Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Beatriz Batoca de Sousa

Melhoria de processos através de ferramentas *Lean Construction* e outras ferramentas, numa empresa de construção civil

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho realizado sob a orientação do(s)

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Professor Doutor João Pedro Pereira Maia Couto

outubro de 2019

AGRADECIMENTOS

Foram várias as pessoas que contribuíram e facilitaram a realização desta dissertação. A toda elas apresento o meu agradecimento.

À minha orientadora, Doutora Anabela Alves, pela partilha de conhecimento, pelo incentivo e pela disponibilidade que sempre apresentou, guiando-me assertivamente ao longo do projeto.

Ao meu orientador, Doutor João Pedro Couto, por todas as partilhas de conhecimento, disponibilidade e apoio dado no percurso.

À DST S.A. por me dar a oportunidade de fazer parte da empresa e pela experiência profissional proporcionada. À Doutora Amélia Cerdeira, por me receber no seu departamento e pela colaboração na concretização deste projeto. A todos os colaboradores da DST S.A. com quem tive oportunidade de me cruzar, pela forma como me receberam e foram sempre incansáveis no apoio prestado.

Aos meus pais, sem eles nunca teria chegado aqui. Agradeço todo o apoio incondicional que me deram, sem nunca pedir nada em troca, este trabalho também é dedicado a eles.

À minha irmã Marta pela amizade, incentivo, paciência e todo o mimo que me dá.

Ao António por todo o amor, carinho e paciência. Obrigada por me motivares mesmo nos momentos mais difíceis.

Às minhas amigas e amigos por toda a descontração, por nunca falharem e por me fazerem tão feliz.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho e foi desenvolvida em ambiente industrial na DST S.A.. O setor de atividade desta empresa é a Engenharia & Construção. O contexto do projeto surgiu, essencialmente, da necessidade de melhorar o planeamento existente nas empreitadas, utilizando ferramentas visuais enquadradas em *Lean Construction* que servissem de suporte ao mesmo.

A metodologia de investigação utilizada no decorrer do projeto consistiu na metodologia Investigação-Ação, pelo facto de o investigador ter um papel ativo. Assim, a dissertação iniciou-se com uma revisão bibliográfica sobre *Lean Production* e *Lean Construction*. Simultaneamente, realizou-se um diagnóstico do estado atual que mostrou a existência de alguns problemas, nomeadamente a falta de planeamento e monitorização, falta de definição de objetivos diários de produção e a falta de comunicação. Existia também uma grande dificuldade no cumprimento das regras de organização e limpeza, falta de normalização da sinalética e resistência ao preenchimento dos planos de medição e monitorização.

Para dar resposta a estes problemas elaboraram-se propostas de melhoria. As propostas dividiram-se em cinco âmbitos distintos: o *Kaizen* diário e os quadros de equipa, a idealização de melhorias que pudessem ser aplicadas ao projeto dos 5S, a normalização da sinalética utilizada, a reformulação dos planos de medição e monitorização e iniciativas para uma maior motivação e envolvimento dos colaboradores. De realçar que todas as propostas implementadas contaram com o envolvimento de vários colaboradores, de diferentes empreitadas.

A implementação das ações traduziu-se essencialmente em ganhos qualitativos, contribuindo para a melhor comunicação, a transparência do processo, a melhor organização das tarefas, o aprovisionamento atempado de materiais e equipamentos, a padronização dos processos, a melhor gestão de tempo e a motivação das equipas.

PALAVRAS-CHAVE

5S, Kaizen, *Lean Construction, Lean Production, Lean Thinking*

Abstract

The current Industrial Engineering Master's thesis proposed by the University of Minho was developed on DST S.A. enterprise. DST S.A.'s industry is fundamentally based on Engineering & Construction. The project was born due to the need of improvement in the current planification of work, through visual instruments based on Lean Construction as a support in all its foundation.

The investigation methodology used throughout the project was Action Research, because of the active role played by the researcher. Thereby, the thesis began with a literature review about Lean Production and Lean Construction and, simultaneously, a diagnosis of the company's current situation. During this diagnosis, the problems encountered were lack of planning and monitorization, lack of daily production goals and lack of communication. There was also struggle on committing to organization and cleaning rules, lack of standardization of safety and work signs and resistance to fill paperwork designed for measurement and monitorization.

To be able to answer some of these problems, proposals of improvement in five areas were elaborated: daily Kaizen and team boards, idealization of improvements that could be implemented in 5S's project, standardization of safety and work signs, reformulation of measurement and monitorization plans and initiatives to enhance motivation and an active involvement on behalf of employees. It's important to note that all measures concerned people from different areas and fields.

The implementation of this project led mostly to qualitative gains, while contributing to a better communication, transparency of processes, better organization of tasks, provision of materials and equipment at an appropriate time, standardization of procedures, a better management of time and enhanced the motivation of teams.

Keywords

5S, Kaizen, *Lean Construction, Lean Production, Lean Thinking*

ÍNDICE

Índice de Figuras

ÍNDICE DE TABELAS

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

APCER – Associação Portuguesa de Certificação

BIM – *Building Information Modeling*

BNC – Boletim de não conformidade

CEO – *Chief executive officer*

CPM – *Critical Path Method*

DAA – Documento de acompanhamento da atividade

DST – Domingos da Silva Teixeira

EBITDA – *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*

EPI – Equipamento de proteção individual

FEPICOP – Federação Portuguesa de Construção e Obras Públicas

JIT – *Just in Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

LC – *Lean Construction*

LPS – *Last Planner System*

PDCA – *Plan Do Check Act*

PMM – Plano de medição e monitorização

PPC – Percentagem de planeamento concluído

RCD – Resíduos de construção e demolição

SAP – *Systems Applications and Products*

SG – Sistema de Gestão

TPS – *Toyota Production System*

US-EPA – *United States Environmental Protection Agency*

WBS – *Work Breakdown Structure*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo realiza-se uma introdução geral ao tema sobre o qual recai a presente dissertação, assim como, os objetivos propostos, a metodologia utilizada para os alcançar e a apresentação da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

O *"Toyota Production System"* surgiu no Japão naquele que era um cenário pós-guerra em busca do melhor aproveitamento dos poucos recursos que existiam e eliminação de tarefas que não acrescentassem valor ao produto final (Holweg, 2007). O pioneiro Taiichi Ohno (1988) defendia que uma melhoria eficiente surge de uma produção com um tempo de entrega reduzido e desperdício zero, sendo esta ideologia o pilar da filosofia *Lean*.

O termo *Lean Production* tornou-se popular no livro "*Machine that changed the world*" (Womack, Jones, & Roos, 1990) que retratava o sucesso do sistema de produção automóvel Japonês Toyota face ao sistema de produção do mesmo setor no resto do mundo. Os Japoneses tinham em conta os sete desperdícios identificados por Ohno (1988): excesso de produção, inventário, transportes desnecessários, esperas, movimentos desnecessários, produção com defeitos e excesso de processamento, conseguindo assim produzir o mesmo, ou mais, com menos custos. Esta é a ideia chave do *Lean*: "*doing more with less*", reduzindo assim custos, tempos de ciclo e melhorando a gestão de atividades que não acrescentam valor, levando a empresa a ser mais competitiva, ágil, preparada para responder a mudanças no mercado (Alukal & Manos, 2006) e, consequentemente, mais flexível (Wilson, 2010).

Esta metodologia organizacional foca-se na satisfação dos requisitos do cliente e através das possíveis ferramentas a aplicar permite não só a redução de desperdícios como o aumento da produtividade, indo assim ao encontro das necessidades das organizações. Segundo Zhang (2012), as organizações procuram uma estratégia que permita responder aos desafios resultantes da crescente competitividade global e aos contínuos requisitos dos clientes, pois atividades que não criem valor na perspetiva do cliente são vistas como um desperdício que deve ser reduzido ou eliminado (Womack & Jones, 1996). Este, atualmente, é um pensamento que não é apenas aplicado na produção, mas em tantos outros setores como é o caso da construção civil.

A indústria da construção, apesar de ser milenar e estar em constante evolução, não se consegue dissociar de alguns problemas identificados desde a sua génese como: a baixa produtividade, problemas de planeamento, fracas condições de trabalho, grande quantidade de desperdícios, qualidade insuficiente e a análise dos problemas de forma isolada tentando encontrar soluções singulares (Koskela, 1992). Assim, é importante que processo da construção seja visto como um conjunto de fluxos, seguindo o exemplo da produção.

Nesse sentido, Koskela (1992) adaptou princípios do *Lean Production* à construção, surgindo o *Lean Construction* como um novo paradigma de gestão na construção (G. A. Howell, 1999). Apesar do *Lean Construction* continuar a ser um conceito ainda um pouco impreciso que leva a várias interpretações, sabe-se que incorpora melhoria contínua, estruturação da organização, trabalho de equipa, eliminação de desperdícios, utilização eficiente de recursos e cooperação na gestão da cadeia de abastecimento (Green, 1999). Existem vários casos de estudo que comprovam que os custos da introdução de ferramentas *Lean* no setor da construção ficam muito abaixo dos benefícios delas resultantes (Nowotarski, Pasławski, & Matyja, 2016), segundo o caso de estudo desenvolvido pelos autores, a implementação de 5S numa empreitada permite poupar cerca de 874€/ mês.

A empresa onde se realizou o presente projeto, Domingos da Silva Teixeira S.A. (DST S.A.), encontra-se consciente das ferramentas *Lean* como estratégia de criação de valor e tem investido na implementação das mesmas, acompanhando assim as exigências de mercado e melhorando o seu sistema de produção e de planeamento e a organização em empreitada. Os principais problemas identificados, pela autora, nas empreitadas foram: lacunas de planeamento (de trabalhos e recursos), falta de normalização do trabalho e o ineficiente aproveitamento de espaço. Neste sentido, o trabalho realizado durante a dissertação atuou na melhoria do planeamento envolvendo para o propósito todos os intervenientes e interessados no mesmo, na redução de desperdícios e na melhor organização e acondicionamento de materiais em obra, apoiando-se para o efeito em ferramentas *Lean Construction* e outras que se mostraram necessárias.

1.2 Objetivos

O desenvolvimento deste projeto teve por objetivo geral melhorar os processos em oito empreitadas da empresa de Engenharia & Construção Domingos da Silva Teixeira S.A., utilizando ferramentas *Lean Construction* e outras ferramentas. Para alcançar e cumprir o objetivo geral foi necessário:

- Compreender a situação atual e o método de planeamento existente na empresa;

- Realizar um estudo sobre a atitude dos colaboradores face ao planeamento;
- Implementar ferramentas *Lean* em empreitada;
- Formar os intervenientes em cada um dos processos;
- Promover hábitos de reuniões diárias para planeamento e balizamento de atividades;
- Introduzir uma cultura de cooperação e partilha;
- Evidenciar potenciais entraves à adoção do *Lean Construction*.

Com a realização deste projeto pretendeu-se:

- ✓ Acrescentar valor ao planeamento;
- ✓ Melhorar o aproveitamento do espaço de obra;
- ✓ Reduzir desperdícios produzidos;
- ✓ Maior empenho e motivação dos colaboradores;
- ✓ Reduzir custos.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia de investigação utilizada para o desenvolvimento do projeto foi a Investigação-Ação (*Action Research*) (O'Brien, 1998). Segundo Susman (1983) esta metodologia conduz-se ao longo de cinco fases (que se repetirão a cada projeto): diagnóstico do problema; plano de ação a implementar; implementação do plano; avaliação dos resultados obtidos e, por fim, a interpretação desses resultados especificando assim a aprendizagem (Figura 1).

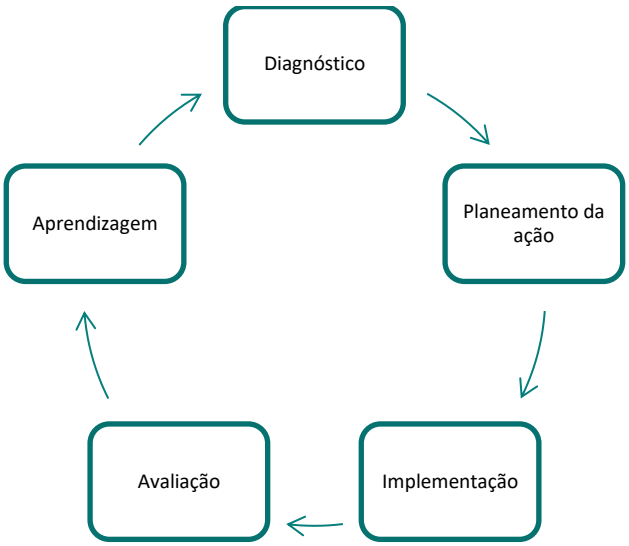

Figura 1. Método de Investigação-Ação

Esta metodologia de investigação tem como pressuposto a transformação de uma dada realidade, sendo descrito como a união de conceitos que incluem ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão) ao mesmo tempo, utilizando um processo cíclico que alterna entre ação e reflexão crítica (Coutinho et al., 2009).

Posto isto, numa fase de diagnóstico do projeto verificou-se a situação atual da empresa, as ferramentas aplicadas e as ferramentas aplicadas no passado que foram esquecidas e/ou abandonadas e respetivas causas. Nesta fase recorreu-se à observação direta, análise documental, conversas informais e ainda a inquéritos estruturados.

Na etapa seguinte, propôs-se um plano de atuação que procurou padronizar procedimentos e adotar ferramentas *Lean* e outras, em empreitada. Em face da interatividade com os representantes da empresa, pertencentes ao departamento de qualidade, as ferramentas usadas foram: 5S, *Kaizen*, *Kanban*, Gestão Visual e aproximação ao *Last Planner System*.

Para a concretização da fase de implementação, em cada um dos diferentes projetos piloto, foi imprescindível o apoio e cooperação de todas as partes envolventes - equipa de direção de obra e subempreiteiros. Assim tornou-se necessário treinar, formar e educar as pessoas à nova "normalidade".

Na quinta fase foi realizada uma avaliação dos resultados obtidos, onde se procurou realizar uma análise comparativa entre a situação atual e a situação após a implementação dos métodos propostos, verificando quais as melhorias significativas alcançadas.

Por fim, na última fase, registaram-se as conclusões, bem como a discussão dos resultados obtidos face aos esperados. A esta análise acrescentaram-se algumas propostas de melhoria.

Em paralelo com a primeira fase do ciclo de investigação-ação foi realizada uma revisão bibliográfica sobre *Lean*, *Lean Construction* e melhoria contínua que foi atualizada durante o decorrer do projeto.

1.4 Organização da dissertação

A dissertação estende-se ao longo de sete capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma introdução ao tema através do enquadramento geral dos principais conceitos, da definição dos objetivos, da metodologia de investigação utilizada e da organização da dissertação ao longo dos capítulos.

No segundo capítulo apresenta-se uma breve revisão da literatura sobre a origem da filosofia *Lean*, os principais princípios, os tipos de desperdícios e as ferramentas. Uma vez que o tema da dissertação é a aplicação dos conceitos *Lean* na construção, também se apresenta uma revisão bibliográfica sobre o

conceito *Lean Construction*, assim como as ferramentas desenvolvidas, em particular, para o setor. Na parte final do capítulo apresentam-se os benefícios e as resistências à implementação da filosofia no geral e de um modo mais particular no setor da construção civil.

No capítulo seguinte apresenta-se a empresa do setor da construção civil em que se desenvolveu o projeto, dando-se a conhecer a dimensão, valores e missão do grupo em que se insere.

No quarto capítulo descreve-se e analisa-se a situação atual da empresa. Através de análise documental, inquéritos estruturados, conversas informais e observação direta no *gemba* foi descrito o processo de produção e identificados os principais problemas. No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria para os problemas identificados e apresentados no capítulo anterior.

No sexto capítulo são analisados e discutidos os resultados, através da avaliação das propostas desenvolvidas e dos resultados que se esperam alcançar.

Por fim, no sétimo capítulo, são apresentadas as principais conclusões do trabalho desenvolvido e feitas algumas sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica dos principais conceitos relacionados com o tema. É feita uma abordagem à filosofia *Lean* e ao *TPS,* da dimensão do seu significado, dos pilares que fomentam a filosofia, dos principais princípios e dos desperdícios subjacentes. Posteriormente faz-se um enquadramento relativo à implementação do *Lean* na indústria da construção civil e às particularidades do setor, apresentando-se as características que o tornam singular face à indústria da manufatura. Abordam-se as ferramentas *Lean* e fazem-se algumas notas referentes à sua pertinência na construção. Por fim, apresentam-se os benefícios e as resistências à filosofia.

2.1 *Lean* Production

As empresas necessitam de destreza na adaptação à mudança de paradigma para manter a competitividade de mercado. De modo a alcançarem resultados, ultrapassarem-se a si mesmas e manterem-se competitivas, as empresas adotam a filosofia *Lean* (Womack & Jones, 1996), procurando assim seguir o exemplo dos japoneses que, através do seu modelo de produção, alcançaram a vantagem de mercado: produzindo com a máxima qualidade, ao mais baixo preço, fornecendo atempadamente ao cliente final aquilo que ele quer, respeitando para isso as pessoas e o ambiente. A filosofia *Lean* leva as empresas a apostar naquilo que é mais importante: os trabalhadores, a mudança de comportamentos, mentalidades e culturas.

2.1.1 Origem do *Lean Production*

Nos anos 50, nos países ocidentais, vingava o Fordismo, de Henry Ford, caracterizado por ser um sistema de produção em massa, ou seja, produção em série e em grande escala de produtos uniformes. Deste sistema de produção resultavam grandes quantidades de *stock* e um consumo desmedido de recursos (Womack et al., 1990).

Nos anos 50, no Oriente, vivia-se um período pós-guerra que levou grande parte das empresas japonesas a ter de começar do início. Logo a Toyota percebeu que para sobreviver no mercado da indústria automóvel era preciso dar resposta à maior exigência de qualidade, *lead time* reduzido, baixo custo e flexibilidade (Krafcik, 1988). Dessa ideia surge o *Toyota Production System* (TPS), ao qual o fundador Sakichi Toyoda e o Engenheiro Taiichi Ohno (1988) acrescentaram uma nova propriedade face ao sistema de produção em massa: os requisitos dos clientes (Tabela 1).

Tabela 1. Diferenças entre a produção em massa e o sistema TPS (Melton, 2005)

	Produção em massa	Produção *Lean*
Fundador	Henry Ford	Kiichiro Toyoda
Pessoas - design	Profissionais pouco qualificados	Equipas, a todos os níveis da organização, com profissionais multi disciplinados
Pessoas – produção	Trabalhadores pouco qualificados ou semiqualificados	Equipas, a todos os níveis da organização, com trabalhadores multi disciplinados
Equipamento	Caro e com um propósito único	Sistemas manuais e automáticos que produzem grande quantidade e variedade de produtos
Métodos de produção	Produção de grande quantidade de produtos *standard*	Produzem-se produtos de acordo com os pedidos e requisitos do cliente
Filosofia organizacional	Hierárquica – gestão toma a responsabilidade (gestão vertical)	Fluxo de valor com delegação de poder – responsabilidade distribuída (gestão horizontal)
Filosofia	Procura pelo "suficientemente bom"	Procura pela perfeição

A abordagem de melhoria contínua sustentou diversos nomes ao longo da sua globalização, tendo James Womack e os coautores do seu livro "The *machine that changed the world*" adotado o termo *Lean Production* (Womack et al., 1990) e posteriormente, em 1996, numa outra obra, *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996). A designação *Lean*, cuja tradução significa "magro", reflete a ideia de que as empresas podem "fazer mais com menos" - menos esforço, menos equipamentos, menos recursos humanos e menos espaço – enquanto se aproximam mais e mais da capacidade de fornecer aos clientes aquilo que eles realmente necessitam (Womack & Jones, 1996), eliminando os desperdícios através de processos mais eficientes que otimizam e acrescentam valor à produção (Comm & Mathaisel, 2005).

2.1.2 Toyota Production System

Os princípios do *Toyota Production System* são frequentemente ilustrados pela "Casa do TPS" (Figura 2), que é fundamentada por dois pilares: *Just-In-Time* (JIT) e *Jidoka* (Krijnen, 2007; Ohno, 1988). Para que a filosofia seja estável e se alcance a firmeza desejada é necessário que todos os elementos da casa sejam fortes, desde a base até ao topo, dependendo disso o sucesso da sua implementação.

A produção baseada no pilar JIT ajuda a que seja produzido o que é requerido, no momento certo, na quantidade exata e com a eliminação de *stock* desnecessário (Tiwari, Dubey, & Tripathi, 2011), de acordo com as necessidades, ou seja, segundo o sistema *pull* (puxar). Um sistema de produção *Pull* é o oposto de um sistema *Push* (empurrar), o que significa que o sistema *Pull* limita especificamente a quantidade de trabalho em progresso que pode existir no sistema de produção, ou seja, produzem-se produtos para ordens de clientes, assim a produção é delimitada, não importando as previsões de procura porque o sistema não pode ir além da sua capacidade de saturação, contrariamente ao sistema *Pull* em que se produz mesmo que não existam requisições que façam face à previsão da procura (Hopp & Spearman, 2004).

Todavia, o TPS não é apenas a produção sem desperdícios e a eliminação de tarefas que não adicionam valor, é também o produzir com a melhor qualidade possível, sendo nesse sentido que é introduzido o *Jidoka*, ou seja, a automatização que possibilita a monitorização, em simultâneo, de vários processos e a identificação imediata dos conteúdos relacionados com a qualidade (Siva et al., 2017).

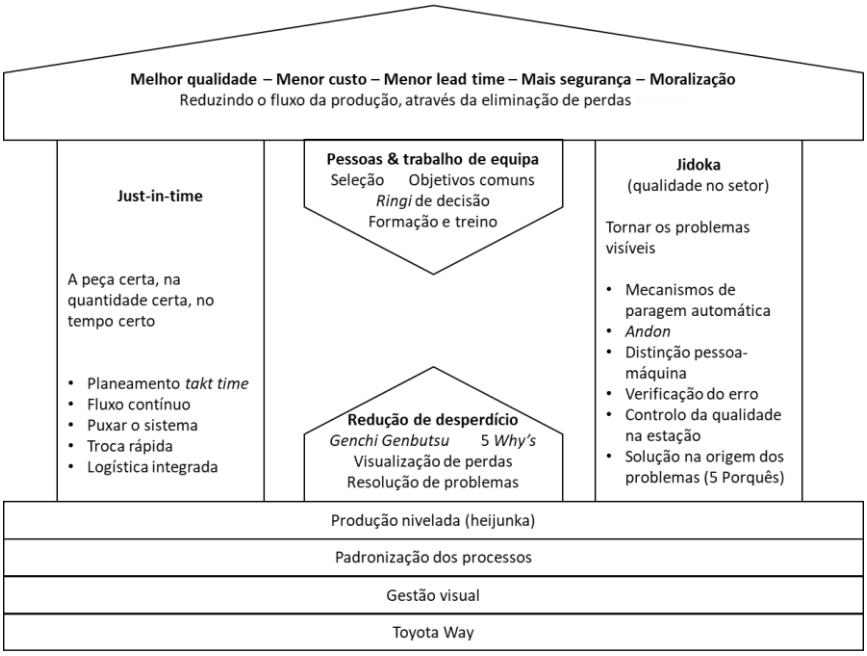

Figura 2. Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

Na base da casa do TPS surgem conceitos essenciais para o suporte e sucesso dos pilares da filosofia: *Heijunka* (produção nivelada), *Kaizen* (melhoria contínua), Gestão Visual e a padronização dos processos.

A Toyota tem, ainda nos dias de hoje, uma filosofia bem clara denominada *The Toyota Way* que utiliza princípios orientadores para estabelecer uma forma de trabalho de equipa que é respeitada por todos na empresa e no negócio, em todo o mundo. Esses princípios baseiam-se em dois conceitos: a melhoria contínua, que tem como fundamentos o *Kaizen* e *Genchi Genbutsu*, e o respeito pelas pessoas, que engloba o respeito e trabalho de equipa (Liker & Morgan, 2006).

2.1.3 Princípios *Lean Thinking*

Womack e Jones (1996) definiram *Lean* como uma filosofia de gestão que fornece métodos para reconhecer desperdícios e identificaram os princípios do *Lean Thinking* (Hines, Silvi, & Bartolini, 2002) que são a principal orientação para se obter o máximo de benefícios *Lean*:

1- **Valor**: definição de valor como sendo aquilo que o cliente deseja, ou seja, as características percetíveis pelo mesmo. No momento da decisão, os valores das características inerentes ao produto têm de superar o esforço que a compra implicará.

2- **Cadeia de valor**: diminuição do desperdício ao longo da cadeia de valor do produto, pois tudo que não crie valor na ótica do cliente é visto como um desperdício. Quanto mais otimizado for esse processo, maior o valor para o cliente.
3- **Fluxo contínuo**: existência de um processo de produção sem interferências e pausas ao longo da cadeia, aumentando assim a capacidade de resposta e diminuindo os custos.
4- **Produção *Pull***: apenas se inicia a produção quando o cliente solicita e com as características pedidas e determinadas pelo mesmo (Takeuchi, Osono, & Shimizu, 2008), indo de encontro ao JIT, diminuindo o stock em excesso e poupando os recursos.
5- **Procura da perfeição**: qualidade e a não repetição do trabalho, apostando para o mesmo na qualificação e formação contínua dos trabalhadores, na definição de padrões e acompanhamento do processo produtivo.

2.1.4 Tipos de desperdício

O desperdício pode ser definido como o uso de mais recursos que os necessários ou a criação de *output* não desejado, ou seja, absorvem-se os recursos, mas não se cria "valor" na perspetiva e necessidade do cliente (Bolviken & Koskela, 2016), podendo estes desperdícios surgir em qualquer fase do processo de produção. Quantos mais desperdícios são eliminados, melhores são os resultados finais e maior é a vantagem competitiva (Fercoq, Lamouri, & Carbone, 2016).

Ohno (1988) identificou sete tipos de desperdício e referiu que o foco constante na eliminação total dos desperdícios é importante devendo-se ter sempre duas ideias chave em consideração: melhorar a eficiência apenas faz sentido quando se tenta reduzir os custos e para isso é necessário produzir apenas o que queremos com o menor poder de produção possível; os trabalhadores não devem ser só vistos numa perspetiva individual, mas no conjunto de colaboradores como uma equipa, assim a eficiência pode ser melhorada a cada passo e ao mesmo tempo na produção como um todo (Sugimori et al., 1977).

A melhoria da eficiência é alcançada quando a produção tem desperdício zero e se utiliza 100% da capacidade de produção. Os desperdícios identificados por Ohno (1988) e Shingo (1988) são:

- **Excesso de produção:** produzir o que não é necessário nem requerido, quando não é necessário e em quantidades supérfluas, podendo gerar material obsoleto ou levar ao desenvolvimento de um produto ou de um processo sem que o mesmo implique a criação de valor. Assim, gera-se stock desnecessário que implica espaço de armazenamento com custos administrativos.

- **Excesso de stock:** excesso de material armazenado, seja ele matéria prima, produto em curso ou produto acabado. O excesso de material leva à maior necessidade de espaços de armazenamento e de manutenção, o que consome, desnecessariamente, recursos humanos e físicos.
- **Transportes desnecessários:** este desperdício é relativo a movimentação e transporte de pessoas e/ou materiais entre os processos. Por exemplo, quando os materiais chegam são armazenados, quanto mais distante for a zona de armazenamento do local onde se vão tornar *input*, maior o número de movimentos implicados. Enquanto um produto está a ser movimentado não é processado, ou seja, não está a criar valor para o cliente.
- **Esperas:** corresponde ao tempo que os recursos (equipamentos e pessoas) não estão a ser utilizados ou em espera. Essa espera pode resultar de autorizações pendentes, mudanças de equipamento, problemas e atrasos no fornecimento de materiais, atrasos nas mudanças de turno, avarias, entre outros.
- **Movimentos desnecessários:** movimentos excessivos realizados, pelos colaboradores, para a elaboração de uma determinada tarefa. Enquanto estes estão em movimento não podem apoiar no processamento do produto, assim, para contrariar o desperdício, deve-se apostar na formação, sensibilização e motivação dos colaboradores. Este desperdício também se pode associar a movimentação excessiva de dados, decisões e informação.
- **Produção com defeitos:** a ocorrência de defeitos e erros de produção, levam à necessidade de realizar novamente o trabalho e/ou realizar um outro trabalho adicional, levando à perda de matérias e materiais.
- **Excesso de processamento:** realização de atividades que não são realmente necessárias, este desperdício é normalmente resultante da falta de um método exato de produção, podendo ser reduzido através da padronização dos processos.

Os desperdícios identificados estão associados aos três Ms que representam três palavras japonesas *Mura*, *Muri* e *Muda* cujo significado é (Smith, 2014):

- *Mura*: falta de regularidade numa operação devido ao processamento em lotes, imprevisibilidade da procura ou mau planeamento. O nivelamento da produção, *Heijunka*, é um auxílio na resposta à variação da procura e às irregularidades na produção, permitindo que a procura seja propagada e os colaboradores saibam o que pode ser produzido durante um certo intervalo de tempo, controlando assim as fases do processo. O *Mura* também pode ser eliminado com a

implementação do sistema JIT que garante que apenas se produz o necessário, nas quantidades necessárias e quando necessário;

- *Muri*: sobrecarga de recursos (colaboradores e equipamentos), o que implica um ritmo de trabalho intenso num intervalo de tempo superior ao que eles podem sustentar;
- *Muda*: os sete desperdícios acima descritos.

2.2 Lean Construction

Esta secção apresenta a caracterização do setor da construção civil e obras públicas, em Portugal, expondo as particularidades que tornam o setor tão único face à indústria de transformação. Destaca-se também o irromper da necessidade de adaptar os princípios do *Lean Production* à construção civil e o surgir do *Lean Construction* como uma filosofia própria do setor, enumerando-se os seus princípios.

2.2.1 Caraterização do setor da construção civil em Portugal

O setor da construção civil e obras públicas é um setor que se diferencia dos restantes setores, em termos de produção e mercado de trabalho. A indústria da construção insere-se num ambiente de negócio em mudança constante, no qual a competitividade assume um papel predominante, sendo a gestão e o planeamento das atividades necessário para todas as indústrias do setor (Correâ et al., 2019). Este planeamento é fundamental para que o ambiente da construção seja seguro e produtivo (Akinci et al., 2002). Na Tabela 2 estão destacadas as principais diferenças entre a indústria da construção e a indústria da transformação.

Em Portugal, o setor foi muito afetado pela crise económica do país, no entanto, a Federação Portuguesa da Indústria de Construção e Obras Públicas (FEPICOP) aponta para um crescimento de 4% no ano de 2019 (Diário de Notícias, 2019).

Tabela 2. Características da construção versus características da produção (Gao & Low, 2014)

	Indústria da construção	Indústria da transformação
Natureza das atividades	Uma de cada tipo	Repetitiva / sequencial
Local de trabalho	Provisório	Fixo / estável
Materiais necessários	Não estandardizados	Estandardizados
Fornecedores	Orientados pelo planeamento	Orientados pelas ordens de produção
Stock de segurança	Pouco reforçado	Muito reforçado
Corpo de trabalho	Sazonal	Não sazonal
Remuneração	Dependente das competências, experiência e da entidade empregadora	Políticas salariais mais estáveis
Ambiente	Produtividade influenciada pelas mudanças ambientais	Produtividade não tão dependente das mudanças ambientais
Produção e montagem	*In-situ*	Dentro da fábrica
Tecnologia	Baixo nível de automação	Automação dos processos mais presente e mais avançada
Qualidade	Relacionado com a conformidade do produto. A necessidade de voltar a fazer o trabalho é comum	Controlo próximo do nível de qualidade dos produtos. A duplicação do trabalho é evitada
Envolvimento do cliente	Acompanhamento próximo da produção	Menos envolvido
Cultura	Indefinida, os colaboradores de obra pouco sabem sobre a cultura de gestão da empresa	Claramente definida, estando os trabalhadores conscientes da mesma
Intervenção reguladora	As soluções de *design* de um projeto de construção são, durante as suas fases, várias vezes sujeitas a verificações e aprovações por parte de autoridades reguladoras	Menos sujeito a fiscalizações/ verificações e aprovações

O setor da construção civil e obras públicas trata-se de um setor que produz muitos resíduos. Em Portugal produz, a cada ano, mais de um milhão de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD). Os resíduos provenientes da indústria da construção, comparativamente com a produção da indústria transformadora, são muito mais significativos (Tabela 3) e é mais difícil contabilizar/medir quais desses resíduos se tratam de desperdícios.

Tabela 3. Estrutura de resíduos setoriais gerados por atividade, em toneladas (INE, 2017)

Ano	Total	Outros setores	Construção	Indústria Transformadora
2013	10 057 839	7 910 769	1 256 312	890 758
2014	9 657 530	7 570 405	1 185 484	901 641
2015	8 882 804	6 830 085	1 150 919	901 800
2016	9 841 879	7 223 673	1 710 704	907 502
2017	9 170 072	7 077 996	1 167 929	924 147

Os resíduos podem representar uma forma de desperdício ambiental, pois acabam por ser tratados para não contaminarem o ar, solo ou água. A US-EPA (Epa, 2007) designa como desperdício ambiental todas as substâncias (energia, água, matérias primas) que são consumidas em excesso face ao que seria necessário para responder aos requisitos e necessidades do cliente, assim como os materiais poluentes resultantes: emissões de CO2, resíduos sólidos e substâncias perigosas (por exemplo, resíduos contaminados e químicos) que afetam não só o ambiente mas também a saúde pública durante todo o processo de produção e com a sua presença nos produtos.

Além destes, normalmente mais visíveis, os desperdícios, na indústria da construção, podem ser traduzidos como custos de alteração do projeto, custos de retrabalho (ou seja, alterações que podem implicar o retrocesso de tarefas já realizadas), custos de oportunidade (o comprometimento do andamento da produção por tarefas pendentes a realizar pela própria especialidade ou por outras especialidades distintas), falha de comunicação (interna e externa), deficiente preparação dos trabalhos a executar, erros no planeamento e erros na execução dos trabalhos.

O setor da construção civil, quando comparado com a produção de outros setores, apresenta um conjunto de características que o tornam singular:

- O produto final é sempre realizado em diferentes localizações e por diferentes equipas técnicas, ou seja, é realizado *in-situ*;
- A existência de um novo projeto de empreitada implica a criação de um novo espaço de trabalho, com um novo estaleiro e uma nova construção;
- Existe a preocupação predominante de minimizar os custos de produção, o que por vezes implica baixos níveis de qualidade;
- Por vezes, a construção é feita de forma deficiente, devido a uma procura excessiva de problemas em prol de soluções técnicas;
- O número elevado de intervenientes que se relacionam ao longo da realização de uma obra leva à necessidade de planear atempadamente, coordenar adequadamente os trabalhos e as equipas e reduzir assim as falhas de comunicação, o que nem sempre acontece;
- Existem diversas variáveis incontroláveis, tanto climatéricas como geográficas, estando os locais de trabalho expostos a condições imprevisíveis, o que pode levar a replicações de trabalho entre outros desperdícios (Dallasega, Rauch, & Frosolini, 2018).

Como referido acima cada empreitada de construção civil implica um novo projeto e a organização e implantação de um novo espaço de trabalho e estaleiro. Assim, conceitos relacionados com o planeamento da produção e controlo de projetos são aqui totalmente aplicados, desde as ferramentas mais simples como diagrama de *Gantt*, *Work Breakdown Structure* (WBS) aos métodos mais tradicionais como o *Critical Path Method* (CPM) e outros mais recentes como o *Last Planner System* (LPS) (Kerzner, 2017).

No entanto, ferramentas tradicionais de planeamento na construção, como as referidas acima, de acordo com Olivieri, Granja, & Picchi (2016) apresentam deficiências e limitações no atendimento às necessidades das equipas de produção, existindo a necessidade de um maior detalhe do cronograma

"*master*" e uma melhor qualidade das informações recebidas. Segundo estes autores, os métodos tradicionais consideram pouco a incerteza na disponibilização dos recursos, assim como a pormenorização do planeamento diário, podendo-se, em alguns casos, fazer a gestão de atividades alocando folgas temporais, acomodando assim potenciais incertezas e criando *buffers* temporais que podem levar a que a atividade sucessora não seja realizada, porque não está claro quando a atividade predecessora será concluída (Olivieri et al., 2016).

Assim, dada a grande quantidade de desperdícios do setor, o défice do planeamento tradicional e o comportamento da indústria da construção em preferir rapidez no processo em vez de rentabilidade do processo (Kim & Park, 2008), surgiu a necessidade de adotar no setor os ensinamentos *Lean* da produção.

2.2.2 Origem e princípios do *Lean Construction*

Koskela (1992) adaptou o conceito de *Lean Production* à construção, formulando uma nova filosofia de produção na construção denominada de *Lean Construction*. Esta filosofia coloca os sistemas produtivos em movimento para desenvolver sistemas de controlo que ajudem a diminuir as perdas ao longo do processo (Issa, 2013), vendo para isso o projeto como um fluxo de atividades que devem adicionar valor para o cliente (Santos, Powell, Sharp, & Formoso, 1998).

Com a adaptação do *Lean* à construção, alguns métodos típicos foram transferidos e adaptados da manufatura, como por exemplo, JIT, 5S (*secção 2.3.4*) e *Kanban (secção 2.3.5),* sendo que outros foram desenvolvidos especificamente para a construção (Dallasega et al., 2018), como o *Last Planner System* (*secção 2.3.6*) que foi desenvolvido para coordenar as diferentes atividades no local. Os grandes avanços tecnológicos também pressionaram e possibilitaram que a indústria da construção, considerada a indústria mais resistente à mudança, utilizasse novos métodos que permitissem a sua sobrevivência (Concha, Alarcón, Mourgues, & Salvatierra, 2015).

O *Lean Construction* é um conceito que pode incorporar melhoria contínua, estruturação da organização, trabalho de equipa, eliminação de desperdício, utilização eficiente de recursos e cadeias de abastecimento de cooperação, trazendo várias vantagens face ao método tradicional (Tabela 4).

Tabela 4. Aspetos diferenciadores entre a construção Lean e construção tradicional (Kim & Park, 2008)

	Lean	Tradicional
Liderança	Acompanhamento	Perseguir
Otimização	O projeto todo	Uma atividade em específico
Perspetiva de planeamento	Puxar o planeamento	Empurrar o planeamento
Sistema de produção	Sistema de produção que flui	Sistema de produção que converge
Processo de produção	Eficaz	Eficiente
Medida de avaliação	Percentagem de planeamento concluído	WBS, CPM, *Earned Value*
Satisfação do cliente	Sucessor do processo satisfeito	Dono de obra ou cliente final satisfeito
Planeamento	"Vai-se aprendendo"	"Faz-se como se sabe"
Incerteza	Interna	Externa
Coordenação	Mantêm-se as promessas	Seguem-se ordens
Objetivo da supervisão	Reduzir a variabilidade e gerir os fluxos	Acelerar o processo e produzir

Koskela (1992), identificou onze princípios heurísticos do *Lean Construction*, que refletem e apoiam a sua implementação:

- Reduzir e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao cliente;
- Aumentar o valor do produto com base nas necessidades do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo (*lead time*);
- Simplificação através da redução do número de passos de um processo ou componentes de um produto;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Focar o controlo no processo global;
- Introduzir a melhoria contínua no processo;
- Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- Fazer *benchmarking*.

2.3 Ferramentas *Lean* e outras ferramentas

Esta secção apresenta algumas ferramentas *Lean* e outras ferramentas utilizadas no contexto particular da construção como são o *Last Planner System* e o *Building Information Modelling.*

2.3.1 Kaizen

O termo *Kaizen* está presente na base do TPS tendo sido desenvolvido por Massaki Imai no seu livro "*Kaizen - The Key to Japan's Competitive Sucess*", sendo atualmente conhecido como uma filosofia de melhoria contínua utilizada pelas empresas que têm por objetivo uma mudança dinâmica para melhor (Imai, 1986).

A melhoria contínua permite que as organizações melhorem a qualidade, reduzam os custos, melhorem a satisfação do cliente e aumentem a motivação dos colaboradores. Nos métodos tradicionais existe uma clara distinção entre quem formula e quem executa, mas com a melhoria contínua os colaboradores têm um papel ativo na produção, tendo a responsabilidade de identificar oportunidades de melhoria. Nesse sentido tem de existir formação sobre reparar e reportar os problemas, mudando o estigma de considerar a existência de desperdício normal, porque se está acostumado.

Kaizen é uma palavra japonesa híbrida, "Kai" significa mudança e "Zen" significa melhor, basicamente, o *Kaizen* são pequenas melhorias contínuas e incrementais que são suportadas por uma base contínua (Hasan & Hossain, 2018).

Imai (1986) definiu os cinco princípios do *kaizen*:

1) Criar valor para o cliente;
2) Envolver as pessoas;
3) Eliminar o desperdício;
4) Ir para o *gemba*;
5) Gestão visual.

O *kaizen* diário inclui pequenos ciclos de melhoria de atividades, programas de sugestões, equipas que se relacionam e resolvem problemas de primeira linha e manutenção da padronização (Vilarinho, Lopes, & Sousa, 2018). O Instituto *Kaizen* define os seguintes benefícios do *Kaizen* diário ("Kaizen Institute," 2019):

- ✓ Alinhamento dos objetivos em toda a organização;
- ✓ Melhor comunicação;
- ✓ Criação de mecanismos de resolução rápida de problemas;
- ✓ Criação e manutenção de normas nas equipas;
- ✓ Minimização do impacto de tarefas não planeadas;
- ✓ Suporte das melhorias realizadas nos projetos *Kaizen*;
- ✓ Contribuição para a criação de uma cultura de melhoria contínua.

De acordo com o Instituto, o *Kaizen* diário está organizado em quatro níveis distintos, Figura 3.

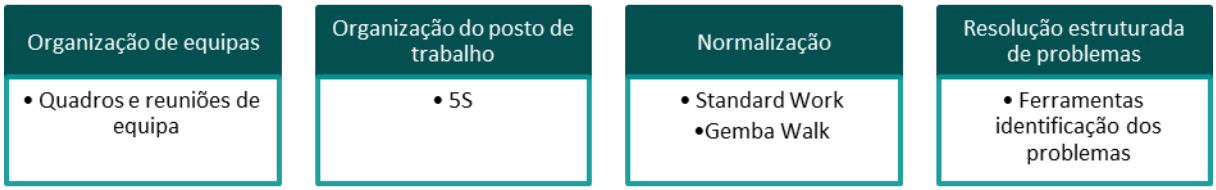

Figura 3. Níveis do Kaizen diário elaborado tendo por base o "Kaizen Institute," 2019)

Associado à ferramenta *Kaizen* está o ciclo PDCA, caracterizado por ser um método interativo de gestão utilizado para controlar e garantir o cumprimento de metas estabelecidas. O PDCA consiste na aplicação de uma sequência lógica de quatro passos repetitivos para a melhoria contínua e aprendizagem. Os quatro passos são (Hasan & Hossain, 2018):

- Planificar (*Plan*): clarificar objetivos, identificar possíveis causas, fazer *benchmark* das melhores práticas;
- Fazer (*Do*): eliminar julgamentos, analisar dados para descobrir como ocorrem os problemas, encontrar possíveis soluções;
- Verificar (*Check*): verificar e comunicar os resultados, formar os intervenientes;
- Atuar (*Act*): rever, dar *feedback*, fazer correções, apresentar.

Tal como referido acima, um dos princípios do *Kaizen* é "ir para o *gemba*", ou seja, fazer um *Gemba Walk*. Um *Gemba Walk* é uma técnica utilizada para observar e entender como o trabalho está a ser desenvolvido. *Gemba* surge da palavra Japonesa *gembutsu,* que significa "local real", ou seja, o local onde as coisas importantes acontecem, onde se acrescenta valor (Mann, 2009).

Segundo Dalton (2019) o *Gemba Walk* abrange os seguintes elementos: observação (observar pessoalmente o desempenho das pessoas); localização (observar as pessoas no local onde realmente desempenham as duas funções) e equipa (interagir com as pessoas que desenvolvem o trabalho).

Um *Gemba Walk* permite uma observação próxima e detalhada dos comportamentos e é uma ferramenta poderosa de identificação de oportunidades de melhoria e de novos modos de auxiliar a equipa (Dalton, 2019), podendo melhorar o ambiente de trabalho e o processo produtivo.

Ir ao local onde ocorre a ação permite que os líderes se conduzam em sintonia com a organização, vendo além daquilo que é contável. A cada instante acontecem coisas no chão de fábrica que vão além do que é mensurável , sendo o *Gemba* Walk uma oportunidade de ver, com os próprios olhos, além da superfície e entender mais profundamente o que realmente está a acontecer dentro da organização (Forest, 2015). Esta ferramenta é ótima para que se identifiquem os problemas e posteriormente se procurem e se questionem as soluções.

2.3.2 Gestão Visual

O último princípio destacado por Imai (1986) é a Gestão Visual. As ferramentas visuais têm um papel importante na compreensão e comunicação da informação, sendo utilizadas como uma estratégia cognitiva para fornecer informação de qualidade (necessária, relevante, correta, imediata, fácil de entender e estimulante) aos colaboradores que a utilizam nas suas transações laborais do dia a dia (Eaidgah, et al., 2013).

Um aproveitamento eficaz das ferramentas de Gestão Visual permite orientar todos os colaboradores na elaboração das suas atividades, assim como nos materiais necessários para as mesmas, podendo aumentar a eficiência do trabalho e diminuir os tempos de procura. Muitos problemas são causados por lacunas nos aspetos visuais e evitados pelo aumento da Gestão Visual.

2.3.3 Standard Work

O *Standard Work* é uma ferramenta *Lean* que documenta a sequência de trabalho e de movimentos dos operadores e o desempenho dos equipamentos, sendo que o procedimento da operação é otimizado e padronizado para toda a produção através de *checklists*, rotinas diárias e instruções de trabalho. Segundo Liker (2004), esta ferramenta é a base para a melhoria contínua dos processos e para a existência de um fluxo de informação estável e previsível.

Com a normalização do trabalho todos os elementos da equipa apresentam o mesmo comportamento, desenvolvendo as atividades com o mesmo tempo e segundo a mesma perspetiva (Lu & Yang, 2015), o que também se torna vantajoso no momento da integração de novos colaboradores.

2.3.4 Técnica 5S+1

No segundo nível do *Kaizen* diário (Figura 3 na secção 2.3.1) aparece também uma técnica *Lean* muito popular que é a técnica 5S. No espaço de trabalho a técnica 5S é utilizada para a organização eficiente do espaço, mantendo-o arrumado, limpo, respeitando as condições de padronização e a disciplina que é necessária para a realização de um bom trabalho (Osada, 1991).

Kobayashi et al. (2008), enfatizam que a filosofia dos 5S, proveniente do Japão, aumenta a "transparência" do local de trabalho, o que garante uma boa primeira impressão do local de trabalho às visitas, principalmente potenciais novos clientes.

O sucesso na implementação dos 5S não aumenta apenas a eficiência no local de trabalho, mas também a produtividade e o nível de qualidade por custo, assim como a eficácia organizacional através do efeito

da cooperação (Osada, 1991), mostrando ser um caminho simples e sem custos para atingir benefícios tangíveis do *Lean Production.*

Os 5S transparecem e dizem respeito a cinco conceitos (Filip & Marascu-Klein, 2015):

- *Seiri* (utilização): decidir e separar, ou remover, aquilo que é desnecessário das ferramentas que realmente são úteis;
- *Seiton* (organização): organizar os materiais por uma lógica concisa, colocando os mais utilizados num local bem definido e estabelecido;
- *Seiso* (limpeza): melhorar e manter o local de trabalho limpo, eliminando fontes desnecessárias, simplificando assim o processo de limpeza. Uma melhor qualidade pode ser obtida apenas com a limpeza do ambiente de trabalho;
- *Seiketsu* (padronização): estabelecer regras e áreas de armazenamento, recorrendo a regras visuais simples e trabalhando as mesmas, diminuindo assim o tempo de procura por determinado material/equipamento e evitando erros;
- *Shitsuke* (disciplina): todas as atividades devem ser monitorizadas, avaliadas e melhoradas continuamente, respeitando e mantendo os resultados da implementação da ferramenta.

As fases de implementação da metodologia 5S (Figura 4) passa pela formação dos intervenientes, preparando *workshops* para comunicar, explicar e exemplificar os objetivos da filosofia. Após sensibilizar é preciso prestar suporte na implementação da filosofia, na sua auditoria e na confirmação do processo, padronizando os métodos de avaliação do sucesso da implementação e atuando na melhoria contínua da sua *performance*, permitindo que todos façam sugestões de melhoria e partilha de ideias (Filip & Marascu-Klein, 2015).

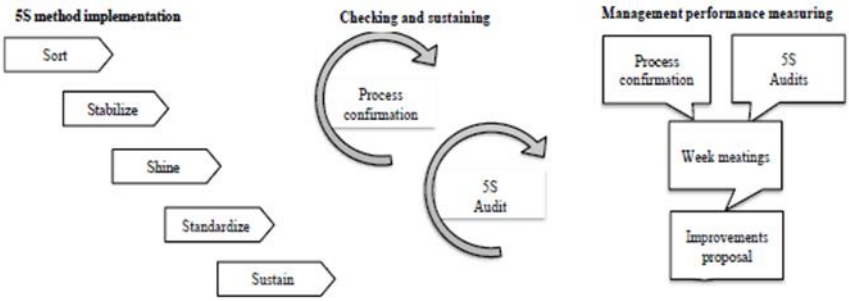

Figura 4. Fases de implementação de 5S (Filip & Marascu-Klein, 2015)

Esta técnica foi originalmente desenvolvida para a produção, mas posteriormente foi levada a tantos outros setores, tal como o *Lean Production*. Na construção civil, vários trabalhadores, equipamentos, materiais, estruturas temporárias e permanentes partilham um espaço limitado durante o período da construção, o que origina constrangimentos de espaço que afetam as passagens e a produtividade, este facto faz com que seja essencial organizar o espaço eficientemente no sentido de minimizar conflitos na sua utilização (Guo, 2002), surgindo assim a importância dos 5S.

Atualmente, existe muita literatura que aborda uma atualização dos 5S, ou seja, os 6S. Este método baseia-se na filosofia dos 5S com um pilar adicional: a segurança. Os 6S encorajam uma cultura de melhoria continua com o envolvimento de todos os colaboradores, o que é essencial para o sucesso da implementação do *Lean* (Anvari, Zulkifli, & Yusuff, 2011).

2.3.5 Sistema *Kanban*

O sistema *Kanban* é uma das ferramentas desenvolvidas por Taichii Ohno (1988), que significa cartão ou sinal. A ferramenta serve para a produção de bens ou serviços e para a requisição e entrega de materiais, procurando assim que a produção tenha o menor inventário possível a cada momento, produzindo apenas quando é necessário, o que melhora a produtividade da organização e ao mesmo tempo reduz o desperdício (Rahman, Sharif, & Esa, 2014).

Adicionalmente, esta técnica é também usada no contexto de trabalho de equipa e Gestão Visual na forma de quadros *Kanban* como o exemplo da Figura 5.

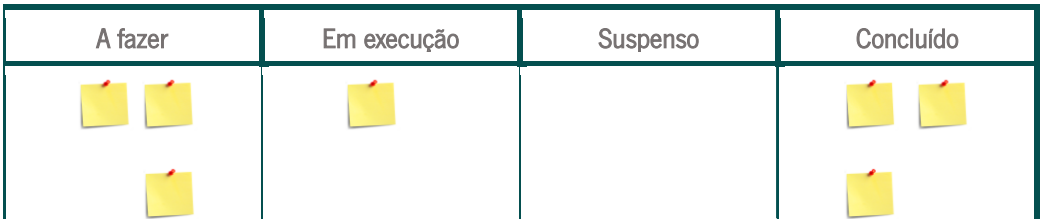

Figura 5. Exemplo de quadro Kanban

Shingo (1996), enumera as principais características do quadro *Kanban*:

1. Melhoria contínua e total do sistema de produção;
2. Controlo visual e com precisão do fluxo de materiais;
3. Simplificação do trabalho administrativo, atribuindo autonomia ao *gemba*;
4. Comunicação de forma rápida e organizada.

2.3.6 *Last Planner System* (LPS)

Após a aplicação de ferramentas como o 5S e a Gestão Visual à construção civil, existiu a necessidade de melhorar o fluxo de trabalho das atividades, uma vez que é gerado desperdício quando as promessas entre os intervenientes não são cumpridas (dono de obra, gestão de obra, subempreiteiros e fornecedores) (Mastroianni & Abdelhamid, 2014), surgiu assim um novo método desenvolvido pelo *Lean Construction Institute* denominado *Last Planner System* (LPS).

O LPS é utilizado como ferramenta de auxílio a que uma empresa de construção civil seja *Lean*, diminuindo os desperdícios, aumentando a produtividade e diminuindo a variabilidade (Ballard, et al.,

2010). É uma metodologia de controlo *Pull, que possibilita a produção JIT e é um dos princípios de Lean Thinking* que permite que as tarefas se iniciem apenas quando não existem condicionantes. A realização do LPS implica a colaboração de todos os intervenientes, para que seja desenvolvida uma calendarização do trabalho (Figura 6) por aqueles que o vão realizar (Ballard et al., 2010), existindo um comprometimento por parte de todos (Ballard, 2009).

Figura 6. Calendarização do trabalho por parte dos intervenientes

O fluxo de planeamento do LPS apresenta-se na Figura 7.

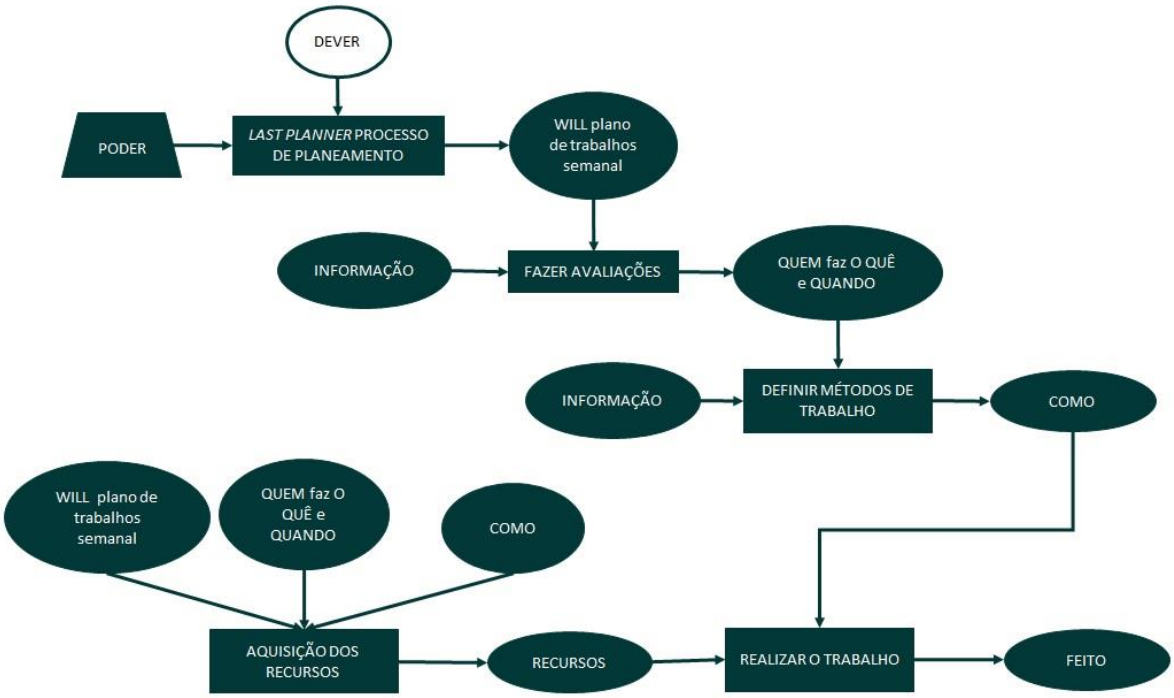

Figura 7. Fluxo de planeamento de atividades e recursos (adaptado de Alarcón, 1997)

Segundo Manstroianni el al. (2014), o LPS envolve as seguintes fases:

- Desenvolvimento de uma sequência do planeamento geral e definição de marcos;
- Planeamento a seis semanas para apoiar o planeamento geral;

- Eliminação de condicionantes, garantindo que os projetos estão prontos e os recursos estão disponíveis;
- Planeamento de trabalhos semanal - neste pronto as atividades estão sem restrições de execução;
- Medição da Percentagem de Planeamento Concluída (PPC) – esta medida permite determinar quão eficiente foi o planeamento para a semana, por exemplo, se 7 de 10 itens foram concluídos o PPC é de 70%;
- Identificação das razões para o planeamento falhar (justificação necessária quando as atividades não são concluídas a 100%).

Esta ferramenta permite que se realize simultaneamente planeamento a curto, médio e longo prazo (Figura 8), envolvendo e trazendo para esse planeamento todos os elementos que têm destaque e cujo papel é ativo no mesmo.

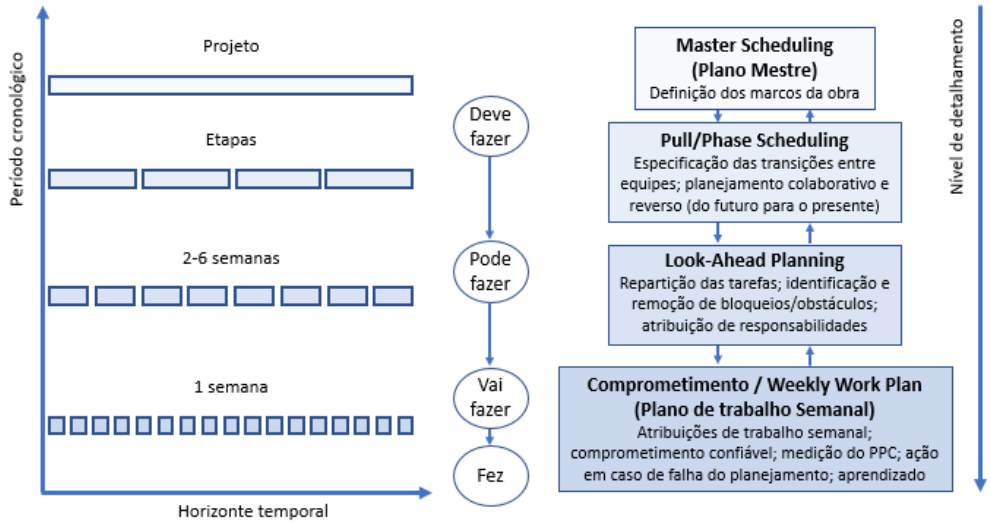

Figura 8. Planeamento a curto e longo prazo (adaptado de Ballard, 2000)

Além do balizamento à percentagem dos trabalhos concluídos, também pode ser realizado um balizamento dos trabalhos iniciados no dia planeado e dos trabalhados concluídos no dia esperado.

2.3.7 *Building Information Modeling* (BIM)

O *Building Information Modeling* (BIM) foi desenvolvido especialmente para a indústria da construção e apresenta-se como uma alternativa ao planeamento, servindo como recurso de base à partilha de conhecimentos e informações que auxiliam na tomada de decisão.

Eastman el al. (2011) descreve o BIM como sendo um verbo ou um adjetivo para descrever ferramentas, processos e tecnologias fornecidas digitalmente sobre um edifício, o seu desempenho, o seu

planeamento, a sua construção e mais tarde a sua gestão e operacionalidade. O BIM possibilita uma construção *Lean* e contribui, direta e indiretamente, para o sucesso da filosofia (Dave, Koskela, Kiviniemi, Owen, & Tzortzopoulos, 2013).

A utilização dos projetos em BIM nas reuniões de planeamento permite que a equipa tenha uma perceção muito melhor do projeto comparativamente com os desenhos 2D, o que leva a uma compreensão mais eficiente, melhorando assim o planeamento colaborativo. Como um ambiente *Lean Construction* tem enfâse na predição, na disciplina, e também na colaboração, facilita a implementação de BIM e a sua efetividade. A adoção em paralelo de BIM e *Lean* é bastante promissora, pois permite uma melhor visualização dos processos, uma comunicação clara e um fluxo rápido de informação, minimizando os riscos, os erros humanos e ajudando na tomada de decisão (Saieg, Sotelino, Nascimento, & Caiado, 2018).

O BIM permite uma melhor qualidade de execução de projeto, eliminando conflitos e reduzindo o retrabalho, sendo frequentemente entendida com uma ferramenta para visualizar e coordenar a arquitetura, a engenharia e a construção, evitando erros e omissões, melhorando a produtividade, suportando o planeamento, segurança, os custos e a gestão da qualidade dos projetos de construção (Saieg et al., 2018).

BIM, tal como o *Lean Construction*, tem características de suporte à colaboração das equipas possibilitando que (Matthews et al., 2018):

- Seja melhorada a habilidade de partilhar informação dentro de uma equipa;
- Se melhore a integração das pessoas;
- Um acesso à informação de forma mais eficiente.

2.4 Benefícios e resistência ao *Lean*

A filosofia *Lean* é considerada por vários autores um modelo organizacional que implica inúmeros benefícios para as empresas que o implementam (Amaro, Alves, & Sousa, 2019). No entanto, são muitas as empresas que ainda não o implementam, podendo-se apontar algumas razões: as empresas não conhecem o modelo organizacional; não sabem como implementar; não entendem os princípios *Lean*; não têm apoio da gestão de topo; desconhecem os benefícios que advêm do modelo ou não sabem como os quantificar e consideram custos de investimento (Maia, Alves, & Leão, 2013). As empresas não estão de acordo quanto à definição das "melhores práticas", além de não compreenderem que melhores

práticas levam a melhorias contínuas, que, por sua vez, levam à adoção de novas melhores práticas (Kerzner, 2017a).

O sucesso da implementação de ferramentas *Lean* depende da cultura organizacional de cada empresa, havendo diferenças entre setores e entre organizações. O efeito *Lean* e os seus benefícios vão além da eliminação de desperdícios da produção, são também a procura de uma melhoria no posto de trabalho e de todos aqueles que se relacionam, melhorando o funcionamento das equipas organizacionais, ou seja, *Lean* é também um programa de mudança, tendo efeito em todos os envolvidos, na qualidade e no ambiente de trabalho (Hasle, Bojesen, Jensen, & Bramming, 2013).

Quando se implementa *Lean* numa organização, procura-se a mudança de hábitos e o envolvimento de todos os intervenientes. No entanto, nem sempre os colaboradores veem as ferramentas como uma mais valia, sendo por vezes necessária uma perspetiva a longo prazo para que se possam demonstrar as vantagens resultantes de um ambiente *Lean*.

A utilização de ferramentas *Lean* pode ser a resposta para que exista uma maior flexibilidade dentro dos sistemas de produção e na realização de processos de produtos e cadeias de abastecimento complexas (Mrugalska & Wyrwicka, 2017).

Na construção civil o paradigma é: "em obra, logo se resolve", ou seja, o pensar nos problemas apenas quando eles surgem. Será necessário muito tempo até que todo o setor esteja sensibilizado para a utilização de métodos *Lean*, uma vez que foram desenvolvidos muitos hábitos ao longo dos anos que, apesar de já não serem aceitáveis, irão implicar uma constante comunicação e um acompanhamento próximo até que os comportamentos se alterem (Mastroianni & Abdelhamid, 2014). O sucesso da implementação de ferramentas *Lean* na construção implica mais do que uma mudança de procedimentos, implica que se mude o modo como se pensa e se faz a construção (Howell & Ballard, 2010).

Felizmente, existem já alguns estudos de caso bem-sucedidos como se pode ver em Amaro et al. (2019). Também na construção civil são cada vez mais os estudos que se debruçam sobre a aplicação da filosofia *Lean* no setor, como se pode ver nas seguintes citações:

- "*através da utilização de metodologias associadas ao Lean é possível as organizações aumentarem a eficiência de seus processos por meio da redução de tempo, custos, recursos e consequente aumento de produtividade e lucratividade*" (Raíssa & Ribeiro, 2015) ;
- o "*Last Planner System permite monitorizar as ações de melhoria e integrá-las nas práticas diárias da produção*" (Berroir, Harbouche, & Boton, 2015).

- "*o 5S provou ser um método eficiente para envolver as pessoas nas iniciativas Lean e entusiasmar os envolvidos através da perceção de resultados imediatos*". Além disso "*os esforços para organizar o espaço de trabalho e sustentar resultados implicou a implementação de muitas outras ferramentas e princípios Lean, como a normalização do trabalho e gestão visual*" (Yu, Al-Hussein, Al-Jibouri, & Telyas, 2011).
- "*conclui-se que a metodologia Lean pode trazer inúmeros benefícios para os estaleiros de obra, tais como o aumento da qualidade e da produtividade e a diminuição dos custos, retrabalho e prazos de entrega*" (Martins, Demétrio, & Demétrio, 2018).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é identificada a empresa onde se realizou esta dissertação assim como são apresentadas breves referências históricas sobre a formação e evolução do grupo DST, bem como a posição que o grupo DST assume na sociedade. Além disso, apresentam-se as certificações obtidas por esta empresa.

3.1 Identificação e localização da empresa

Nos anos 40, em Braga, fundado pela família Silva Teixeira, nasceu aquele que viria a ser o grupo DST. O Engenheiro Teixeira iniciou a sua atividade no ramo da construção civil com a extração de inertes, tendo fornecido materiais ao longo dos anos que se seguiram para obras como o Estádio 1ª de maio e várias pavimentações de passeios, em Braga. Em 1984 formou-se a Domingos da Silva Teixeira & Filhos, Lda (DST Group, 2019), sediada na Rua dos Pitancinhos, Palmeira.

Em 1996 a empresa passou a sociedade anónima: Domingos da Silva Teixeira S.A., tendo acompanhado a constante diversificação através de aquisições, criação e desenvolvimento de novos negócios. À data, o grupo DST (oficializado em 2000) atua em seis áreas de negócio distintas: engenharia & construção, ambiente, energias renováveis, telecomunicações, *Real Estate* e *Ventures*. À data a empresa possuí um total de cerca de 1600 colaboradores. A planta da empresa é apresentada na Figura 9.

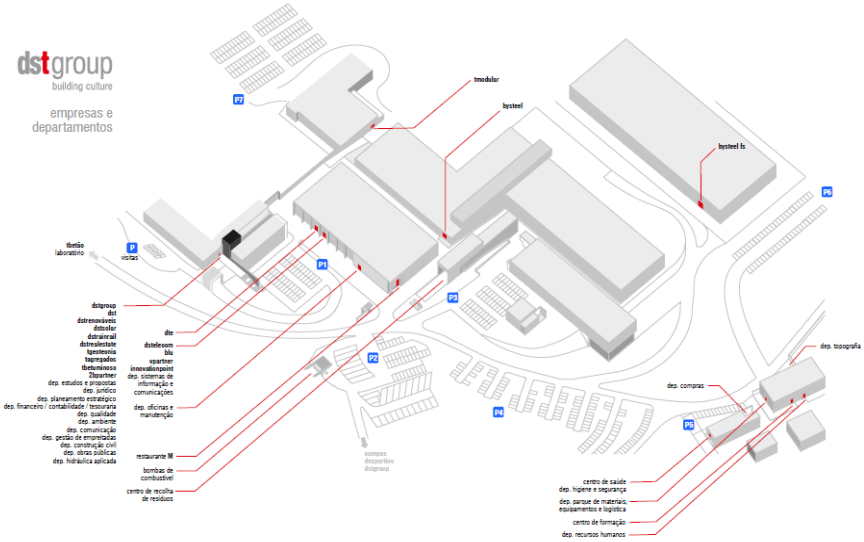

Figura 9. Planta do grupo DST (reproduzido de DST Group, 2019)

3.2 Grupo DST

Atualmente o Grupo DST atua em vários ramos, dedicando-se a cinco áreas de negócio:

- **Engenharia & Construção**: construção civil, produção de madeira, geotecnia e fundações especiais, explosivos e unidades de gestão de resíduos, produção e comercialização de betão betuminoso, instalações especiais de eletricidade e AVAC, produção e instalação de estruturas metálicas e sistemas de fachadas e construção e manutenção de via férrea;
- **Energias Renováveis**: energias renováveis, parques eólicos e produção de painéis fotovoltaicos;
- **Telecomunicações**: soluções e telecomunicações com prestação de serviços empresariais e residenciais;
- ***Real Estate***: negócio imobiliário inovador nos seus vários segmentos;
- **Ventures**: sociedade de capital de risco e vertente de investigação & desenvolvimento.

A Figura 10 mostra as designações e logótipos das empresas do grupo dedicadas a cada uma das áreas.

Figura 10. Representação de empresas por área de negócio

O setor da engenharia e construção é o que mais se destaca das empresas do grupo, sendo que em 2016, o *Earnings before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization* (EBITDA) do grupo foi de 37,5M€ e o setor representou 42,7% desse valor (DST Group, 2019).

A DST S.A., empresa do setor da Engenharia e construção, tem clientes que representam empreitadas das mais variadas tipologias (Figura 11), como:

- Reabilitação;
- Construção civil;
- Comércio e retalho;

- Indústria;
- Infraestruturas de água e ambiente;
- Infraestruturas de energia;
- Infraestruturas de telecomunicações;
- Infraestruturas de transporte.

Figura 11. Empreitadas realizadas pela DST S.A. (reproduzido de DST Group, 2019)

O presente projeto de dissertação foca-se nas empreitadas da DST S.A., mas é de notar que a maioria das empresas do grupo do setor de Engenharia & Construção têm trabalhado no mesmo sentido, encontrando-se em fase de desenvolvimento e implementação de ferramentas de melhoria contínua, ação que reflete uma preocupação constante da gestão de topo do DST *group*.

3.2.1 Visão, missão e valores

A **missão do grupo** é criar projetos empresariais sustentáveis que acrescentem valor para a comunidade, através da construção da arte e do engenho ficando assim na história como os empreendedores "renascentistas" do séc. XXI.

São nove os **valores** que acompanham o dia a dia da empresa: o respeito, o rigor, a paixão, a lealdade, a solidariedade, a coragem, a ambição, o bom gosto e a responsabilidade. O grupo DST assume-se como sendo uma **cultura da construção que "constrói cultura"**.

O grupo apoia as mais diversas causas sociais: cultura, ambiente e formação, ambiente e solidariedade, estabelecendo parcerias com diversas organizações como a Universidade do Minho, Teatro Circo, Banco

Alimentar Contra a Fome, Cáritas Portuguesas, entre outras. As questões ecológicas e de sustentabilidade encontram-se nas preocupações de primeira linha do grupo.

A política de recursos humanos da empresa investe nos colaboradores, contribuindo para que a empresa faça parte dos seus projetos de carreira e de vida, conferindo-lhes a estabilidade e o conforto necessários para o seu alinhamento com o cumprimento dos objetivos. O CEO acredita que "é o nível de cultura do grupo, a capacidade de criatividade, lerem muito, irem ao teatro, rirem muito" que faz da empresa aquilo que ela é hoje (2019). O grupo investe na formação contínua e na formação avançada (nas áreas das artes e humanidades) dos seus colaboradores. A quota de colaboradoras começa também a incrementar (23%), naquele que é um setor tipicamente masculino.

3.2.2 Principais certificações e políticas

A implementação do sistema de gestão da qualidade, na DST S.A, iniciou-se em 2002. Ao longo dos anos a DST S.A. tem orientado a sua atividade tendo por foco a permanente satisfação dos seus clientes, implementando um eficaz e adequado SG no qual se envolvem todos os colaboradores. Em 2003, após um período de preparação, conseguiu o seu primeiro certificado emitido pela APCER.

O grupo DST tem ainda várias áreas de negócio certificadas de acordo com a Norma NP EN ISO 9001, destacando-se a DST S.A. no âmbito de: conceção, desenvolvimento, produção e aplicação de betão betuminoso; construção civil e obras públicas, ensaios laboratoriais, manutenção de equipamentos e viaturas; conceção, desenvolvimento e fabrico de produtos de madeiras e derivados da madeira, mobiliário e montagem em obra.

3.2.3 Internacionalização do Grupo DST

O grupo tem presença marcada em quase todos os continentes e a sua internacionalização é crescente (Figura 12). Mas o objetivo é sempre crescer, mais e mais, levando a imagem do grupo até onde a imaginação o permitir.

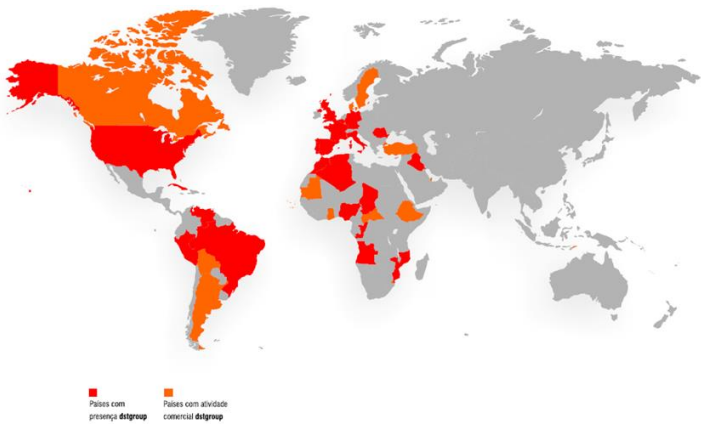

Figura 12. Internacionalização do grupo DST (reproduzido de DST Group, 2019)

3.2.4 Departamento de Qualidade

O departamento em que a autora se inseriu foi o departamento de qualidade (Figura 13). O departamento além de ser responsável pelo controlo da qualidade das empreitadas, seguindo e respeitando a legislação e norma, tem também colaboradores direcionados para a implementação de projetos de melhoria contínua.

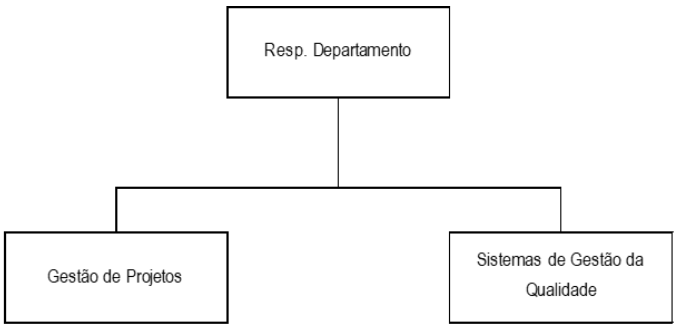

Figura 13. Organograma do departamento de qualidade da DST S.A.

O departamento desempenha as seguintes funções:

- Ações necessárias à manutenção do sistema de gestão da qualidade da organização;
- Sensibilização e formação dos vários colaboradores da empresa para a qualidade;
- Elaboração de planos de qualidade para concursos;
- Elaboração e acompanhamento de planos da qualidade nas obras;
- Monitorização dos objetivos do departamento;
- Auxílio administrativo no âmbito da qualidade, na implementação de procedimentos para a melhoria das operações;
- Fornecer toda a informação solicitada pelos auditores externos;
- Implementar ferramentas de melhoria contínua e dar acompanhamento às equipas;
- Auditar o sucesso da implementação das ferramentas.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRITICA DO ESTADO ATUAL

No presente capítulo descreve-se o sistema de produção em empreitada, a equipa interveniente, o processo de planeamento e os indicadores de desempenho que se podem aplicar às empreitadas. Além disso, faz-se uma análise crítica do sistema, tentando identificar os principais problemas em empreitada.

4.1 Descrição do estado atual do funcionamento das empreitadas

O sistema de produção de uma empresa de construção civil, destaca-se dos demais sistemas, pois existem muitas empreitadas a serem realizadas simultaneamente, o que reflete sistemas produtivos distintos a atuar ao mesmo tempo e com características e variações diferentes. Esta secção apresenta uma descrição geral dessas empreitadas, focando a equipa interveniente, o método de planeamento, a adjudicação das atividades e os valores atuais existentes relativos a alguns indicadores de desempenho chave (KPI's).

4.1.1 Organograma das empreitadas e responsabilidades

Cada empreitada tem uma equipa de obra destacada (Figura 14), que tem por responsabilidade representar a entidade executante e acompanhar o desenrolar dos trabalhos, que na sua maioria são realizados por subempreiteiros. Os escritórios centrais (ambiente, qualidade, segurança, departamento de planeamento), o parque de materiais e as compras são entidades externas que prestam apoio às diferentes empreitadas.

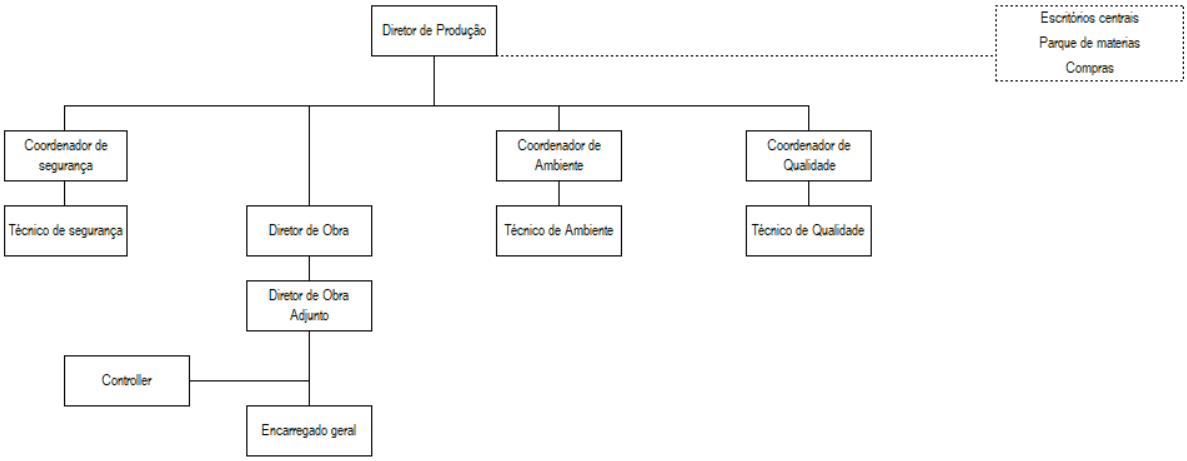

Figura 14. Organograma da empreitada

O encarregado geral da obra é responsável por controlar a realização e a qualidade dos trabalhos, ou seja, tem a responsabilidade de reunir com os responsáveis/ encarregados de cada um dos

subempreiteiros e distribuir a partir daí o trabalho, garantindo o seu cumprimento e qualidade na realização, preenchendo para o efeito os planos de medição e monitorização de atividades.

O diretor de obra é responsável por controlar a produção e as necessidades de materiais, equipamentos e mão de obra, pela elaboração do plano definitivo de trabalhos, pela programação semanal dos trabalhos e dos recursos afetos à obra, pelo controlo dos custos das obras a seu encargo - identificando e corrigindo com antecedência as potenciais situações consumidoras de recursos não programados-, pelo cumprimento dos planos de monitorização e medição de obra, pelo controlo e medição dos trabalhos, procurando cumprir o plano inicialmente acordado com o dono de obra. O DO Participa também na seleção e contratação de subempreiteiros e tem ainda um papel ativo nas reuniões de obra. Por sua vez, o diretor de obra adjunto é responsável por auxiliar o diretor de obra nos mais variados aspetos relacionados com a gestão de obra e contactos com o cliente/fiscalização.

A fiscalização, contratada pelo cliente/dono de obra, corresponde à representatividade do mesmo na obra, sendo o responsável por verificar o cumprimento do projeto. As funções atribuídas à fiscalização centram-se no exercício de um conjunto de ações de prevenção e de participação no processo produtivo, procurando o controlo da qualidade, do preço e do prazo. Esta entidade é quem reporta diretamente ao dono de obra, podendo, quando assim se justifica, registar não conformidades à obra no âmbito da qualidade.

O técnico de segurança é responsável por coordenar e controlar o sistema de gestão da segurança e higiene, que serve de suporte às atividades de proteção contra riscos profissionais, procurando interiorizar uma cultura de segurança e salvaguarda pessoal e coletivamente a segurança dos colaboradores, evitando assim que se registem incidentes/acidentes de trabalho.

O *controller* é responsável pela gestão administrativa/ financeira da obra, apoiando a direção de obra. Efetua reservas e requisições de materiais e equipamentos, assim como o registo da sua receção, efetua a gestão de *stocks*, regista as horas de trabalho dos trabalhadores DST e dos subempreiteiros, controla os contadores de gasóleo, verifica os custos imputados em *SAP* e reporta anomalias, entre outras funções. Todas as atividades são realizadas no *software* de gestão utilizada pela empresa, o *SAP*.

4.1.2 Planeamento das atividades

O plano de trabalhos é a principal ferramenta de apoio ao planeamento de trabalho. É realizado antes da adjudicação da obra e é um dos elementos presente a concurso de obra, tendo em conta o prazo de execução que o mesmo implica.

A representação do plano de trabalhos é feita por um diagrama de *Gantt* criado, por exemplo, através do programa *MS Project* (Figura 15) – *software* de apoio ao planeamento utilizado por 78,1% dos diretores de obra e adjuntos da DST S.A. que responderam ao inquérito presente no Apêndice I - O planeamento nas minhas empreitadas - no qual se limita o prazo de execução da empreitada, de acordo com a produtividade e rendimento da mão-de-obra, equipamentos e subempreiteiros. A Figura 16 está intencionalmente com pouca visibilidade devido à confidencialidade da empresa. Procura-se a racionalização dos meios e materiais, de modo a atingir um compromisso entre a otimização dos recursos utilizados e a boa execução técnica da empreitada.

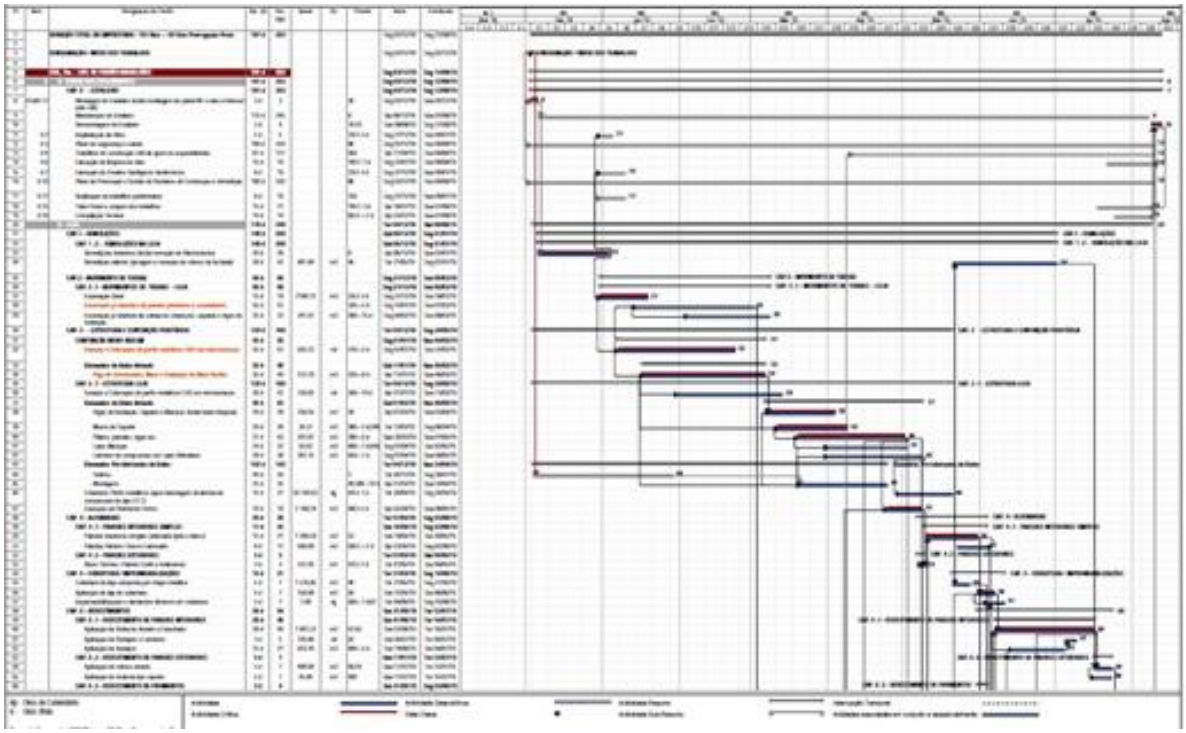

Figura 15. MS Project, software de planeamento das empreitadas (DST Group, 2019)

O planeamento da entrega de materiais, equipamentos e da entrada de subempreiteiros deve ser muito rigoroso, pois falhas no seu planeamento podem condicionar o rendimento e a boa execução da empreitada, comprometendo vários indicadores.

O plano de trabalhos de cada empreitada representa a interligação entre as diversas atividades do planeamento, cujas durações são estimadas com base nos rendimentos normais de trabalho. Procura-se realizar uma distribuição equilibrada entre a carga de equipamento e mão de obra ao longo do tempo, para se conseguirem as melhores condições técnicas e económicas, respeitando para o efeito o prazo contratual proposto. A elaboração do plano de trabalhos, segue o estabelecido no artigo 361º do código dos contratos públicos (Anexo I).

De acordo com departamento de planeamento e controlo de empreitadas o plano de trabalhos deverá ser atualizado semanalmente, utilizando para o efeito um "Documento de acompanhamento de atividades" (DAA), que inclui a caracterização da obra, o ponto de situação do plano de qualidade que está a ser implementado, o ponto de situação do plano ambiental, o registo dos colaboradores em formação, registos relativos à segurança (acidentes e outras informações relevantes), registo do estado e balizamento do plano de trabalhos, com anotações sobre as principais atividades em atraso e respetivas ações corretivas, assim como o planeamento da produção para a semana posterior à do preenchimento. No documento faz-se ainda referência ao controlo financeiro e à informação económica da obra, sendo estes índices calculados através dos autos dos trabalhos contratuais, principal fonte de medição de produtividade da obra.

Os trabalhos, de cada uma das empreitadas, são adjudicados a diferentes subempreiteiros, que são escolhidos por fatores como o custo, a proximidade, sugestão do dono de obra, qualificação de satisfação atribuída em empreitadas anteriores.

A qualificação de satisfação atribuída aos subempreiteiros inclui critérios como a capacidade técnica, o cumprimento dos prazos (data de finalização do plano de trabalhos *versus* data prevista), cumprimento das regras ambientais, cumprimento das regras de segurança, relações humanas e capacidade negocial.

4.1.3 Valores dos indicadores de desempenho chave da situação existente

A empresa usa como indicadores de desempenho chave (*Key Performance Indicators* - KPI) os indicadores descritos de seguida.

Atrasos: considera-se que uma empreitada é concluída com atraso quando a sua receção provisória – entrega da obra por parte da entidade executante ao dono de obra, após vistoria e confirmação de condições de ser recebida - ocorre 30 dias úteis após o término contratual da mesma. A frequência das empreitadas terminadas com atraso em 2018 encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Número de empreitadas em que não se cumpriu o prazo final em 2018 (Revisão do Sistema de Gestão)

Número total de empreitadas terminadas	23	
Número total de empreitadas em que não se cumpriu o prazo	15	65% das empreitadas

Pedidos urgentes: um pedido urgente, quer seja de um material ou de um equipamento, é aquele que é feito com menos de três dias de antecedência ao parque de materiais face ao dia para o qual é requerido. Na Figura 16 encontra-se a percentagem de pedidos urgentes de materiais e equipamentos de cada um dos trimestres do ano de 2018.

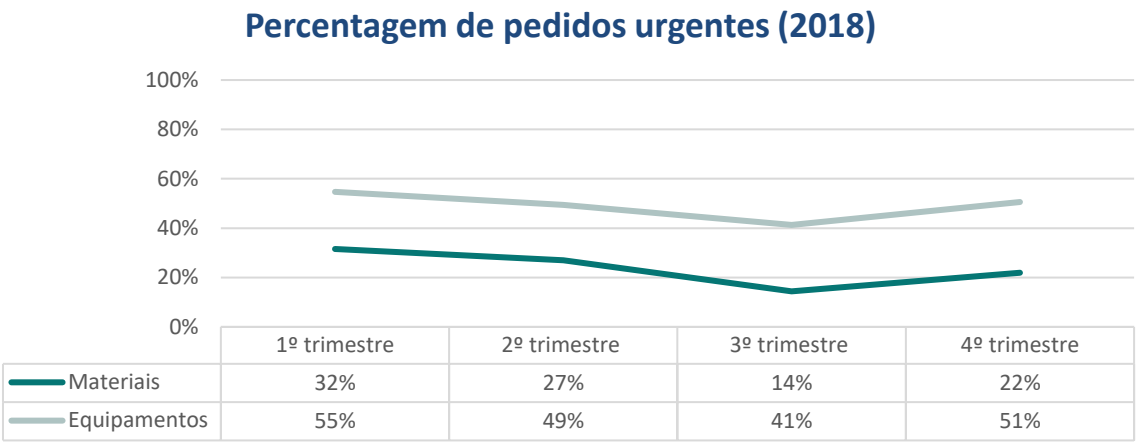

Figura 16. Percentagem de pedidos urgentes de materiais e equipamentos em 2018

Os valores de 2018 decresceram face aos anos anteriores, no entanto, ainda se encontram acima do objetivo proposto.

Não conformidades/ Custos pós obra: as não conformidades podem ser passadas pela fiscalização à entidade executante ou pela entidade executante aos subempreiteiros, refletindo o não atendimento de um requisito pré-estabelecido. Os custos pós obra refletem custos acarretados pela entidade executante, após a obra ser dada por encerrada e refletem a não qualidade.

No ano de 2018 foram abertos 8 boletins de não conformidades (BNC). No entanto, o departamento de qualidade destaca que frequentemente a gestão de obra deteta as não conformidades e corrigi-as de imediato, não ocorrendo o seu registo num BNC. Os custos pós obra do ano de 2018 correspondem a 0,60% do total faturado.

Resultado auditoria 5S: todos os meses é realizada uma auditoria 5S às empreitadas, sendo avaliados os parâmetros na frente de obra e estaleiro, escritórios da direção de obra e contentor ferramenteiro. Após a avaliação mensal, realizada com o suporte de uma *checklist*, é realizado um *ranking* do Top 5 de obras de construção civil e um Top 3 das obras de hidráulica.

Mistura de resíduos: a mistura de resíduos tem um valor objetivo que deve ser igual ou inferior a 5%, refletindo uma eficiente separação dos resíduos.

Acidentes/ Incidentes: os acidentes/incidentes devem ser comunicados pelo responsável da segurança e saúde no trabalho. Pretende-se alcançar uma cultura de Zero Acidentes. Os valores atuais deste indicador encontram-se na Tabela 6 e dizem respeito ao ano de 2018.

Tabela 6. Histórico de ocorrência de acidentes em 2018

Escalão de duração da baixa	N° de acidentes ano 2018
Inferior a 1 dia	8
1 a 3 dias	1
4 a 30 dias	10
Superior a 30 dias	11
Mortal	0
Total	30

4.1.4 Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua

No ano 2017 a DST começou a implementar ferramentas de melhoria contínua, atribuindo a responsabilidade de coordenar e orientar a implementação a uma Gestora de Projetos que se insere no departamento de qualidade.

No âmbito do projeto de melhoria contínua da empresa são dadas formações de sensibilização a novos colaboradores da empresa e aos responsáveis dos subempreiteiros de cada empreitada, sendo a procura pela sensibilização de todos um processo constante e contínuo (Figura 17a).

As empreitadas do grupo DST começaram a ser auditadas no âmbito do projeto dos 5S em janeiro de 2018. As auditorias são realizadas mensalmente e orientam-se por uma *checklist* que avalia cada um dos 5S (selecionar, arrumar, limpar, normalizar e disciplinar) em três áreas distintas: frente de obra/ estaleiro, escritórios e ferramentaria. Em todas as empreitadas é deixado um registo visual da avaliação de cada uma das áreas (Figura 17b), sendo posteriormente enviado um relatório com a discriminação dos pontos mais forte, pontos mais fracos e recomendações.

a) b)

Figura 17. 5S na DST S.A. a) Cartaz de sensibilização; b) Exemplo grelha de avaliação das empreitadas (DST Group, 2019)

Desenvolveram-se também contentores ferramenteiros *standard* (Figura 18) que começaram a ser implementados nas empreitadas em outubro de 2018. A criação dos contentores procurava normalizar os métodos de organização das ferramentarias, assim como auxiliar os colaboradores, pois existem já divisórias pré-estabelecidas, ou seja, não existe a necessidade de fazer a montagem de um novo contentor a cada início de empreitada. Formaram-se também "Gestores de Armazém", cujo cargo

representa o responsável por animar a aplicação dos 5S em empreitada, o controlo da organização da ferramentaria, entre outras atividades.

Figura 18. Contentor ferramenteiro

4.1.5 Controlo e monitorização das atividades

O sistema de gestão da qualidade inclui os planos de medição e monitorização (PMM), que no caso da construção civil são elaborados para cada uma das atividades. O modelo de formatação seguido para a realização dos mesmos é o apresentado na Figura 19. Esta figura encontra-se com pouca visibilidade porque contém aspetos de confidencialidade da empresa, sendo que, para o estudo em questão, a informação que a mesma contém não é relevante, mas sim o modelo representado.

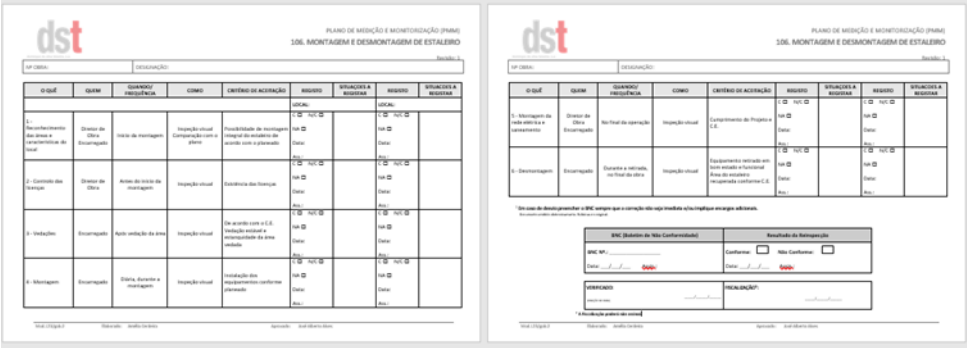

Figura 19. Exemplo de um Plano de Medição e Monitorização (PMM) (DST Group, 2019)

O preenchimento dos PMMs serve como controlo à qualidade das atividades, ajudando a evitar questões relacionadas com a não qualidade e com custos pós obra. O encarregado é o responsável pelo controlo da qualidade e pelo cumprimento da aceitação dos critérios, sendo consequentemente o responsável pelo preenchimento de cada um dos PMMs. A produtividade em obra é calculada através dos autos, sendo o cronograma financeiro o método de medição da realização e andamento das atividades.

4.2 Análise crítica e identificação de problemas

Nesta secção é realizada a análise crítica da situação atual e são apresentados os problemas identificados. Para o reconhecimento dos problemas, procedeu-se a análise documental, a observação direta, ao diagrama de causa-efeito, aos 5Why, a inquéritos estruturados e também a conversas informais

com encarregados, diretores de obra e os demais colaboradores que foram bastante importantes numa fase inicial para perceber os problemas existentes.

4.2.1 Falta de planeamento e monitorização, falta de definição de objetivos e pouca comunicação

Para o estudo elaborou-se um questionário (Apêndice I - O planeamento nas minhas empreitadas) que resultou da observação direta das atitudes e comportamentos dos colaboradores. A realização de um questionário permite que um conjunto de diferentes pessoas respondam a um conjunto de questões organizadas previamente (deVaus, 2002). No estudo em questão o inquérito foi elaborado com o propósito de percecionar o método de planeamento existente nas empreitadas e estudar os fatores que mais influenciam os indicadores de desempenho, como os atrasos no cumprimento de prazos e os pedidos urgentes.

Foram questionados todos os elementos (secção 4.1.1) das diferentes equipas de obra, tendo sido o questionário remetido via e-mail. No total registaram-se 71 respostas (Figura 20), sendo que a maioria dos inquiridos realizam, ou já realizaram, obras de tipologia "construção civil".

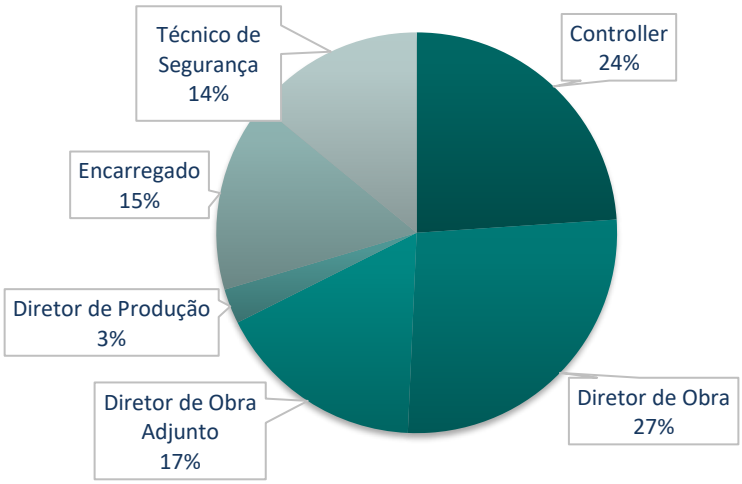

Figura 20. Taxa de resposta dos elementos da equipa de obra

Estruturaram-se questões de diferentes conteúdos para os vários elementos, tendo sido os diretores de produção, diretores de obra e encarregados questionados mais minuciosamente sobre o método de planeamento utilizado. A Tabela 7 representa a concordância destes elementos relativamente à realização de um planeamento assertivo e o acompanhamento do mesmo através da definição de metas diárias de produção.

Tabela 7. Opiniões relativamente à importância do planeamento

	FREQUÊNCIAS				
	Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
A realização de um planeamento assertivo e o controlo assíduo de prazos em empreitada é de importância negável	0	0	0	36,5%	63,6%
A definição de metas diárias de produção e o seu balizamento é muito importante	0	0	6,1%	36,4%	57,6%

Apesar de a maioria dos inquiridos considerar que a realização de um planeamento assertivo com uma atualização assídua é de grande importância, assim como a definição de metas diárias e o seu balizamento, apenas 21,9% dos inquiridos atualizam diariamente o planeamento. Os restantes alegam fazer essa atualização semanalmente (69,7%), mensalmente (6,1%) e a cada 1/3 da empreitada (3%) (Figura 21).

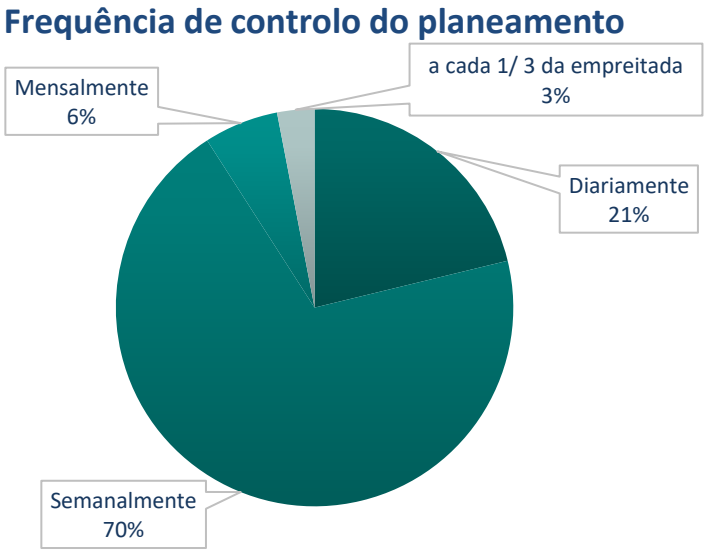

Figura 21. Frequência de controlo do planeamento nas empreitadas

Cerca de 51,2 % dos diretores de obra e encarregados alegam que não definem objetivos diários de produção, sendo o desenrolar da mesma arbitrária, ou seja, não existe um balizamento diário da produção. Por outro lado, apesar de alegarem que controlam a produtividade dos colaboradores, esta não é estudada e avaliada de modo a determinar se os processos se poderiam tornar mais rentáveis e produtivos, apenas é registada no caderno de apontamentos.

Figura 22. Como são comunicados os objetivos de produção ao encarregado, por parte da DO

Quando questionados relativamente ao modo como é realizada a comunicação entre o encarregado e a direção de obra, a maioria (6 em 11) dos encarregados alega que a comunicação somente é feita de acordo com o desenrolar das atividades (Figura 22).

Neste sentido, pode-se concluir que apesar de os gestores de projeto das empreitadas considerarem que um planeamento correto é essencial, não existe um acompanhamento muito próximo do mesmo.

Adicionalmente, aplicou-se um inquérito a 10 responsáveis de subempreiteiros (Apêndice II – Inquérito aplicado aos subempreiteiros), no qual se apurou as causas apontadas para o não cumprimento do planeamento.

A causa mais vezes apontada para o atraso na produção (Figura 23), ou seja, para o não cumprimento do planeamento e consequente baixo balizamento é o "andamento comprometido por outros subempreiteiros". Sendo que a "falta de orientação dos meus superiores" e "incerteza relativa ao número de elementos da equipa" têm a mesma frequência de resposta (2).

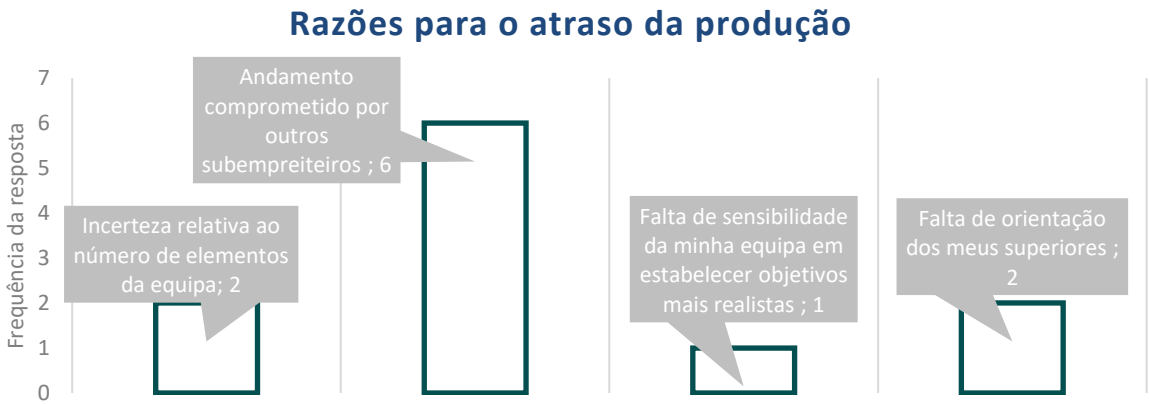

Figura 23. Frequência absoluta das causas apontadas pelos subempreiteiros para atrasos na produção

Pela observação direta, conversas informais e respostas dadas pelos inquiridos pode-se concluir que o fato das especialidades se comprometerem umas às outras pode refletir problemas de comunicação, lacunas de planeamento e de falta de cumprimento por parte dos subempreiteiros, que nem sempre entram em obra no prazo acordado.

4.2.1.1. Atrasos na execução das empreitadas

Os atrasos que ocorrem nas empreitadas estão diretamente relacionados com o não cumprimento do planeamento previamente estabelecido e que contempla toda a execução da obra. A existência de atrasos de entrega de obras, além de implicar prejuízos financeiros e morais, tem um peso negativo na satisfação do cliente. As razões apontadas para a existência de atrasos na execução dos trabalhos que condicionam, por vezes, o prazo de entrega ilustram-se através da ferramenta 5Why's - método de identificação e avaliação de problemas e respetivas causas, refletindo a importância de explorar a fundo o caminho de todas as causas (Card, 2017) - representada na Tabela 8.A ferramenta 5Why's foi construída tendo por base os principais problemas apontados nas respostas às perguntas 15 e 16 do inquérito presente no Apêndice I.

Tabela 8. 5Why's para não cumprimento dos prazos

Não cumprimento dos prazos	Porquê?	Porquê?	Porquê	Porquê
	Subempreiteiros	Capacidade produtiva Mão de obra pouco qualificada Entrada não atempada em obra	Falta de formação Falta de compromisso Falta de documentação	Pouca mão de obra disponível, o que leva à necessidade de atrair os subempreiteiros
	Cliente	Capacidade financeira comprometida Atraso na tomada de decisão	Alterações ao projeto	Indecisão do cliente
	Equipa de Obra	Mau planeamento e gestão de obra Planeamentos iniciais demasiado ambiciosos	Acompanhamento pouco assíduo do planeamento das atividades Má comunicação com subempreiteiros Falta de represálias a colaboradores que às vezes têm um desempenho não satisfatório Necessidade de ganhar concurso	Foco na produção e na faturação Produção empurrada
	Fornecedores	Atrasos no fornecimento de materiais	Falta de compromisso	Inexistência de represálias aos atrasos

4.2.1.2. Elevado número de pedidos urgentes de materiais e equipamentos

Na DST todos os pedidos de materiais das empreitadas são realizados utilizando o *software* de gestão SAP, na maioria das vezes pelo *controller* em obra, sendo posteriormente responsabilidade do departamento de logística dar seguimento a esses pedidos e garantir a satisfação dos mesmos (a cadeia

de abastecimento de alguns materiais é distinta, pois são entregues diretamente pelo fornecedor em obra, como é o caso do aço e do betão).

Os pedidos urgentes realizados por parte das empreitadas ao parque de materiais são um fator importante, uma vez que permitem entender em que medida as atividades e os pedidos de materiais são previamente planeados. Pode-se afirmar que quanto mais eficiente for o planeamento de materiais e equipamentos menor será o número de pedidos urgentes (estimados na secção 4.1.3) realizados por cada uma das empreitadas ao parque, isto é, há uma previsão antecipada das necessidades.

Através do inquérito presente no Apêndice I - O planeamento nas minhas empreitadas, de conversas informais com os colaboradores e *brainstorming* dentro do departamento de qualidade, procurou-se apurar as principais causas apontadas para a existência de pedidos urgentes de materiais e equipamentos. Essas causas apresentam-se na Figura 24 sob a forma de diagrama causa efeito.

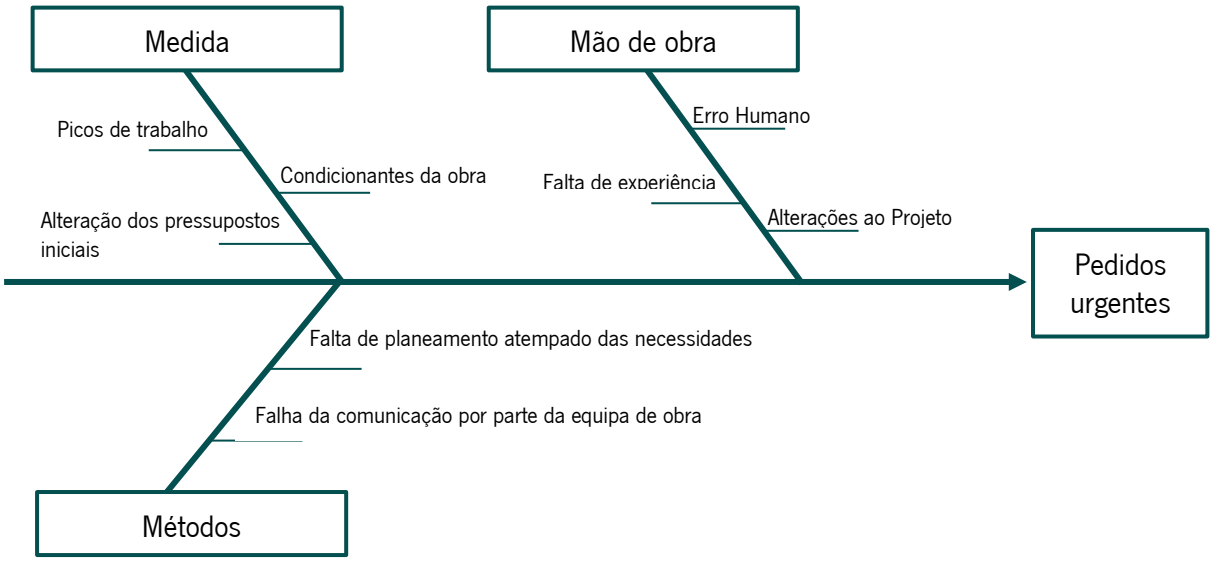

Figura 24. Diagrama causa efeito de pedidos urgentes de materiais e equipamentos

4.2.2 Falta de gestão visual do planeamento

Algumas equipas de obra fazem a sua própria gestão de obra autonomamente, utilizando quadros personalizados por si mesmos para o planeamento, Figura 25.

No entanto, não existe qualquer normalização nessa exposição visual, sendo que cada equipa lhe assume a sua própria interpretação. Assim, é necessário normalizar este aspeto, padronizar e atribuir identidade aos quadros de equipa, contornando a falta de gestão visual do planeamento, dos prazos e dos trabalhos a elaborar, assim como alguma desordem nos escritórios de obra (Figura 26).

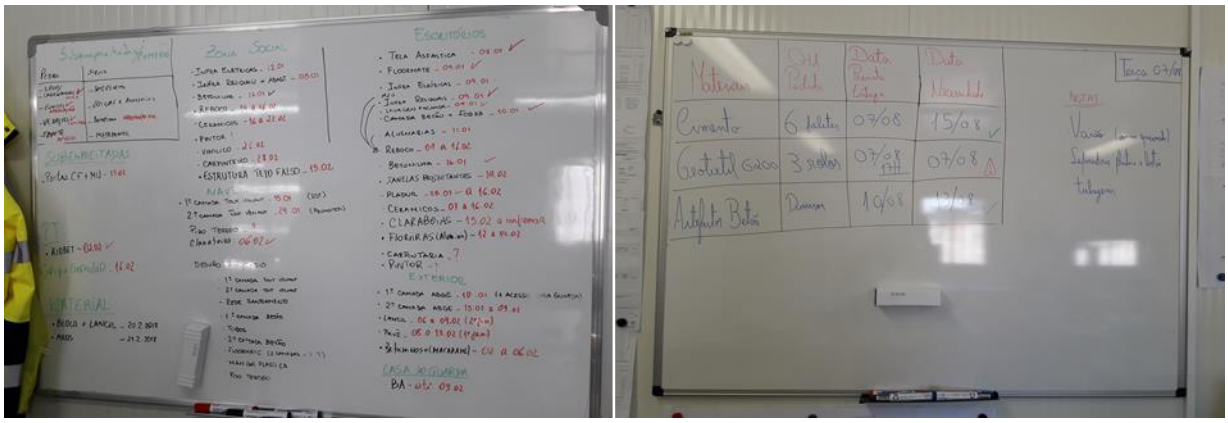

Figura 25. Quadros de equipa sem normalização eminente

As principais razões apontadas para todos os problemas, quer de organização, quer do planeamento são a "falta de tempo" e a "falta de espaço", alegando que o escritório não tem o espaço suficiente para expor visualmente o planeamento.

Figura 26. Escritório da direção de obra

A Figura 27, apresenta um resumo de todos os problemas descritos acima e associados, direta e indiretamente, ao planeamento precário.

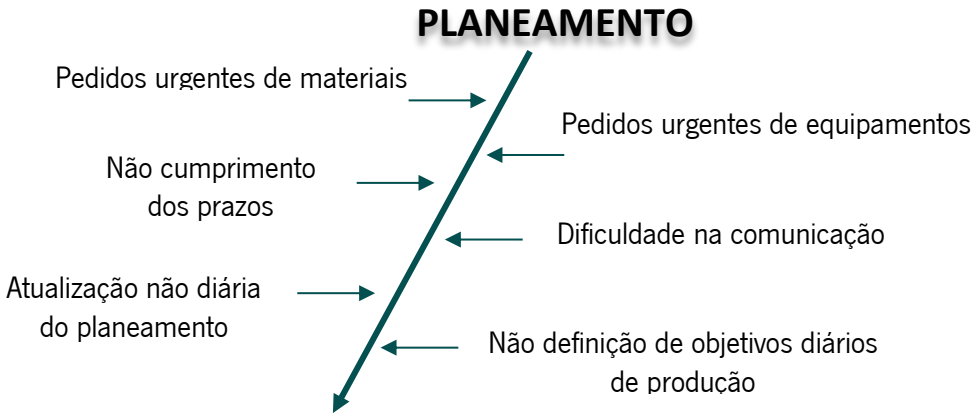

Figura 27. Principais problemas associados ao planeamento precário

4.2.3 Desorganização, falta de limpeza, mau acondicionamento de materiais e separação de resíduos

Apesar dos esforços realizados no sentido de melhorar a organização, a limpeza, o acondicionamento dos materiais e a sua separação, existe ainda muita resistência por parte das equipas nesse sentido.

4.2.3.1. Falta de estrutura clara do estaleiro

Para a montagem e estruturação do estaleiro existe uma instrução de trabalho, mas mesmo assim, por vezes os estaleiros não têm uma divisão clara, o que leva a um ineficiente aproveitamento de espaço (Figura 28). Uma má divisão das áreas de estaleiro pelos subempreiteiros e pela tipologia de materiais, leva a desperdícios desnecessários, como tempo de procura, movimentos, material que se danifica, entre outros.

Figura 28. Dificuldade em definir um local específico para cada material

A separação e identificação de resíduos é também alvo de grande resistência e descuido, Figura 29, estando por vezes os contentores e/ou *big bags* com as passagens completamente obstruídas.

Figura 29. Separação de resíduos

O setor da construção civil, tratando-se de um setor em que as qualificações dos seus colaboradores não são muito elevadas, carece de uma grande utilização de gestão visual que ajudaria aqueles que nem ler sabem. O facto de haver uma gestão visual ineficiente para a separação de resíduos e organização de estaleiro/ ferramenteiro, leva a que erros de produção se cometam, que o espaço não seja adequadamente aproveitado e a custos desnecessários resultantes da má separação de resíduos.

4.2.3.2. Falhas na organização e controlo da ferramentaria

Relativamente à ferramentaria, local onde é armazenado o material, existe também muita oposição no que diz respeito à organização do mesmo, sendo que alguns elementos das equipas de obra referem que, por vezes, os materiais se perdem por desleixo (Figura 30).

Figura 30. Ferramentaria não identificada

4.2.3.3. Dificuldade na implementação dos 5S

Tal com foi referido na secção 4.1.5 a empresa já tentou implementar 5S. No entanto, atendendo ao descrito acima, esta implementação não está a obter o sucesso pretendido. Assim, tentou-se apurar, através de um inquérito estruturado (Apêndice V - Inquérito aplicado às equipas, para avaliação da satisfação e do *Layout*), quais as principais razões apontadas por nove encarregados, oito diretores de obra e sete diretores de obra adjuntos como possíveis condicionantes ao sucesso da implementação de 5S na empreitada. As condicionantes foram identificadas através de observação direta, conversas informais nas diferentes empreitadas e *brainstorming* entre os elementos do departamento de qualidade e a autora. Os resultados obtidos apresentam-se na Figura 31, estando os resultados alcançados para cada condicionante representados por uma escala de discordo totalmente (1) e concordo completamente (5)

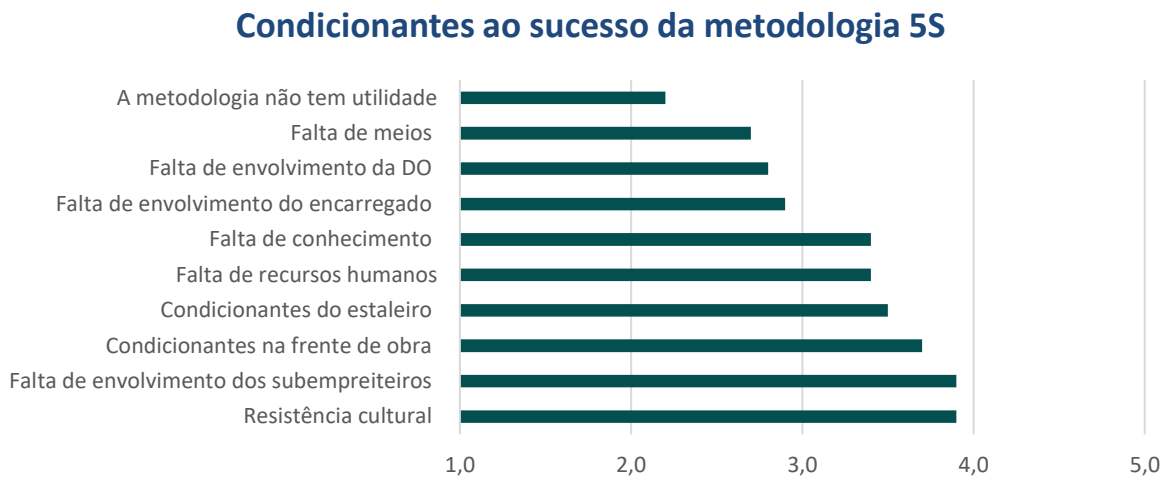

Figura 31. Fatores que condicionam o sucesso dos 5S

O fator que os inquiridos mais apontam como influenciador e condicionante ao sucesso da implementação da ferramenta é a resistência cultural e a falta de envolvimento dos subempreiteiros. No entanto, quando os mesmos são avaliados não é incluída nenhuma alínea sobre o respeito pelas normas de limpeza e arrumação do espaço de obra, ou seja, não existe qualquer penalização na avaliação final do subempreiteiro.

4.2.4 Falta de normalização da sinalética

A sinalética utilizada para a identificação de resíduos é, por vezes, diferente nas empreitadas (Figura 32) havendo situações em que os colaboradores da equipa de obra, quando questionados, informalmente em contexto de obra, acerca das diferenças existentes, alegam que não sabem a quem solicitar a sinalética, acabando por fazer a sua própria sinalética.

Em outros casos, são os próprios técnicos de ambiente, de segurança ou de qualidade a fornecer a sinalética às obras, no entanto, também nestes casos não está padronizada.

Figura 32. Utilização de diferentes sinaléticas em diferentes empreitadas

4.2.5 Resistência ao preenchimento dos PMMs

O preenchimento dos PMMs processa-se por papel, uma vez que grande parte dos encarregados não recorre frequentemente a ferramentas digitais. O modelo atualmente implementado parece muito trabalhoso, pois o *template* utilizado torna-o bastante extenso e implica várias assinaturas ao longo do preenchimento, o que impulsiona a resistência por parte dos encarregados.

Os PMMs mais frequentemente utilizados no processo de gestão de obra são 126, sendo que cada modelo permite que sejam preenchidas as monitorizações de dois locais. Com o modelo atualmente utilizado, os planos estendem-se ao longo de 251 páginas, o que equivale a cerca de 126 folhas.

4.2.6 Desmotivação dos intervenientes

As pessoas estão habituadas a ver os problemas em prol da procura de soluções, o que leva a que nem sempre se sintam motivadas e tal possa prejudicar a produtividade. Após algumas conversas informais com subempreiteiros, verificou-se que nem sempre os subempreiteiros estavam satisfeitos com o andamento dos trabalhos e com a orientação que era dada pelos superiores. Atendendo a estas conversas, foi possível chegar às causas desta desmotivação, usando a técnica 5Why (Figura 33).

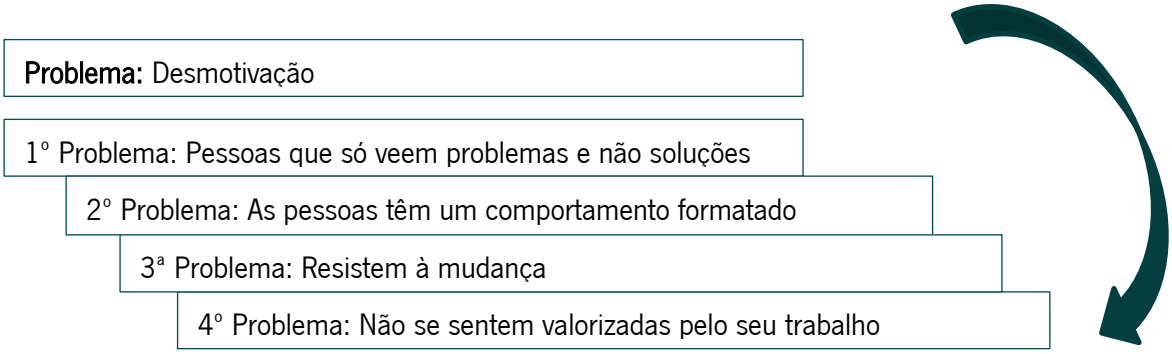

Figura 33. Fatores de desmotivação através dos 5Whys

4.2.7 Síntese dos problemas identificados

Na Tabela 9 sintetizam-se os problemas identificados e respetivas causas.

Tabela 9. Síntese dos problemas identificados

Problema identificado	Causa	Desperdício
Falta de planeamento e monitorização, falta de definição de objetivos diários e pouca comunicação	Planeamento tradicional, resistência cultural para perceber o planeamento como uma ferramenta essencial e necessária Inexistência de definição e controlo de objetivos diários de produção Planeia-se com o objetivo de empurrar a produção e não puxar	Excesso de processamento Excesso de stock
Atrasos na execução das empreitadas	Não cumprimento do planeamento previamente estabelecido	Excesso de processamento
Elevado número de pedidos urgentes de materiais e equipamentos	Falta de planeamento Mudança do projeto ou do andamento do trabalho	Excesso de processamento Produção com defeitos
Falta de gestão visual do planeamento	Falta de um local claro onde se possa expor visualmente o planeamento	Excesso de processamento
Falta de estruturação clara de estaleiro	Falta de definição de sítios para a colocação de materiais, antes da sua chegada Apesar de existir uma instrução de trabalho relativa à montagem de estaleiro a mesma não é respeitada, havendo mesmo quem não a conheça	Esperas Transportes desnecessários
Dificuldade no respeito pelos 5S	Falta de envolvimento dos subempreiteiros na organização do espaço de trabalho Inexistência de represálias pelo não cumprimento do mesmo	Excesso de processamento Excesso de Stock
Falta de normalização da sinalética	Inexistência de um local específico com a sinalética utilizada à data Incerteza sobre o responsável pelo fornecimento da sinalética necessária às diferentes empreitadas	Excesso de processamento
Resistência no preenchimento dos PMM	Planos de Medição e Monitorização demasiado longos e trabalhosos	Excesso de processamento
Falta de motivação dos colaboradores / comunicação	Falta de acompanhamento próximo Necessidade de se sentirem mais valorizados	Excesso de processamento

5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Nesta secção são apresentadas algumas propostas de melhoria para os problemas identificados no capítulo anterior. Cada uma das diferentes propostas pretende ser transversal a cada uma das diferentes empreitadas, padronizando o modo como se atua e como se implementa as ferramentas de melhoria contínua. Na Tabela 10 encontra-se o resumo das propostas de melhoria desenvolvidas para dar resposta aos problemas existentes, indo de encontro aos objetivos propostos.

Tabela 10. Problemas, propostas de melhoria e como implementar as propostas

Problema	Proposta de melhoria	Como
O planeamento não é acompanhado com a rigorosidade que se requer	Formação de equipa *Kaizen* diário Quadros de equipa Impresso de controlo de atividades e auditoria aos quadros *Kaizen*	Definir objetivos diários de produção, melhorando o método de planeamento, a comunicação, o comprometimento e consequentemente puxar a produção, em vez de empurrar
Falta de gestão visual do planeamento	Sala *Obeya*	Criar separação entre o espaço de trabalho da equipa de obra e o espaço dedicado ao planeamento
Dificuldade na implementação dos 5S	Divisão de estaleiro por subempreiteiros e materiais, para que cada coisa seja colocada no seu local Avaliação do cumprimento das normas de arrumação, por parte dos subempreiteiros Lista de inventário de equipamentos no contentor ferramenteiro	Criar espaços organizados, com propósitos específicos e características próprias. Garantindo assim que todos sabem onde devem colocar os seus materiais
Falta de normalização da sinalética utilizada	Criação de uma pasta de sinalética e gestão visual?	Normalizar a sinalética utilizada em todas as empreitadas
Resistência no preenchimento dos PMMs	Reformulação do modelo dos PMMs	Tornar os PMM's menos trabalhosos e longos como?
Falta de motivação dos colaboradores	Caixa de sugestões e contentor ferramenteiro *standard*	Procurar que as pessoas se sintam valorizadas e ouvidas

5.1 Criação de uma equipa natural, formação e reuniões diárias

Os profissionais do setor da construção civil orientam-se muito para a produção abstraindo-se, por vezes, de aspetos relacionados com o correto planeamento das empreitadas e racionalização dos espaços e recursos. Para que as ferramentas de melhoria contínua alcancem o sucesso é necessário investir nos recursos humanos, formando e envolvendo os colaboradores no processo. A equipa de obra, nomeadamente os encarregados e diretores de obra, devem ser os principais impulsionadores da melhoria. A formação dos profissionais deve ser um exercício contínuo, sendo necessário um acompanhamento próximo, para que, a longo prazo, os resultados se tornem em vantagem competitiva.

A implementação do processo inicia-se com a definição de uma equipa natural que irá beneficiar e envolver-se diretamente na implementação, dependendo de si o sucesso da melhoria. A equipa natural

deverá ser constituída pelo encarregado, que deverá liderar, pelo diretor de obra e pelos responsáveis dos subempreiteiros presentes na empreitada à data de cada reunião, sendo estes os elementos obrigatórios nas reuniões *Kaizen* diário. Todos os elementos devem ser formados e sensibilizados para a importância, objetivos, benefícios e normas de funcionamento das reuniões. Essa formação é realizada com o suporte visual de um *Power Point*, dependendo a sua duração da interatividade da equipa de obra. A formação aos intervenientes só deve ser dada aquando a implementação dos quadros na empreitada, para que se torne mais visual e claro o objetivo do projeto.

5.1.1 Realização de reuniões diárias de planeamento

Neste contexto propõe-se a realização de reuniões diárias, em cada uma das diferentes empreitadas, na qual estejam presentes os membros da equipa natural. A reunião deverá ser de duração curta (entre 5 a 10 minutos) e devem ser realizadas, preferencialmente, à primeira hora do dia, ou no final de cada dia. Pretende-se que estejam presentes na reunião todos os elementos da equipa natural, no entanto, nas empreitadas que existirem vários subempreiteiros e nem sempre se justifique a presença dos responsáveis dos mesmos, poder-se-á considerar alguns deles de presença facultativa, esta decisão deve ser tomada por cada direção de obra.

Na reunião pretende-se que se discutam os seguintes tópicos:

- Balizamento das atividades programadas no dia anterior;
- Definir objetivos diários para o dia ou para o dia a seguir;
- Atualizar os indicadores expostos;
- Comunicação das receções de material planeadas pelos subempreiteiros;
- Definição de local de descarga e de armazenamento dos materiais;
- Comunicação de informações importantes;
- Registo dos "problemas por resolver".

As reuniões permitirão que exista uma melhor comunicação entre todos os intervenientes do processo produtivo e uma maior monitorização das atividades, ou seja, um planeamento mais assertivo. A cooperação entre as equipas será um elemento forte, assim como o alinhamento entre os objetivos de produção de todos. A reunião será o ponto de partida para a mudança de mentalidade e comportamentos, alimentando uma cultura de melhoria contínua.

5.1.1.1 Documento de controlo de objetivos diários de produção

Para que exista um controlo da eficiência da reunião e do cumprimento dos objetivos diários, sugere-se a criação de um impresso onde se façam esses mesmos registos (Figura 34), controlando os sucessos, os atrasos e as razões dos mesmos.

Item	Trabalho a desenvolver	Categoria	Subempreiteiro	Responsável	Equipa	Início Estimado	Conclusão Estimada	Duração Estimada (em dia	Início Real	Conclusão Real	Duração Real (em dias)	Balizamento ao trabalho	Causas atrasos/sucesso
3.2	Isolamento e impermeabilização	Coberturas	Peixoto e Batista	Sr. Paulo		02/11/2018	04/12/2018	32	02/11/2018	31/01/2019	89	36%	Condições metereológicas adversas
4.2	Fachadas principais em alumínio	Revestimento paredes esteriores	ElySteel	Sr. Daniel		11/11/2018	11/12/2018	30	11/11/2018	30/12/2018	49	61%	

Figura 34. Controlo dos registos de balizamento à produção

É necessário criar objetivos diários e estabelecer uma produtividade diária, fazendo um acompanhamento da mesma, tentando perceber se existe um cumprimento, ou não, dos objetivos e o porquê de isso acontecer, de forma a encontrar oportunidades de melhoria. O documento deverá servir não só para controlo de prazos, como também para apurar as causas dos atrasos e responsabilizar os intervenientes.

5.1.2 Quadros de equipa

Os quadros de equipa servirão de suporte visual à informação discutida e assimilada nas reuniões, ficando assim a informação exposta e criando compromisso entre os intervenientes. Estes quadros foram criados com a participação da gestão de topo e alguns colaboradores, tendo-se estudado várias iterações que serão apresentadas nas secções seguintes.

5.1.2.1. 1ª iteração

A Figura 35 representa a primeira versão dos quadros de equipa, cujo propósito era realizar o balizamento e exposição visual da produção. Esta primeira proposta foi desenvolvida junto da direção, em paralelo com o Gestor de Projetos.

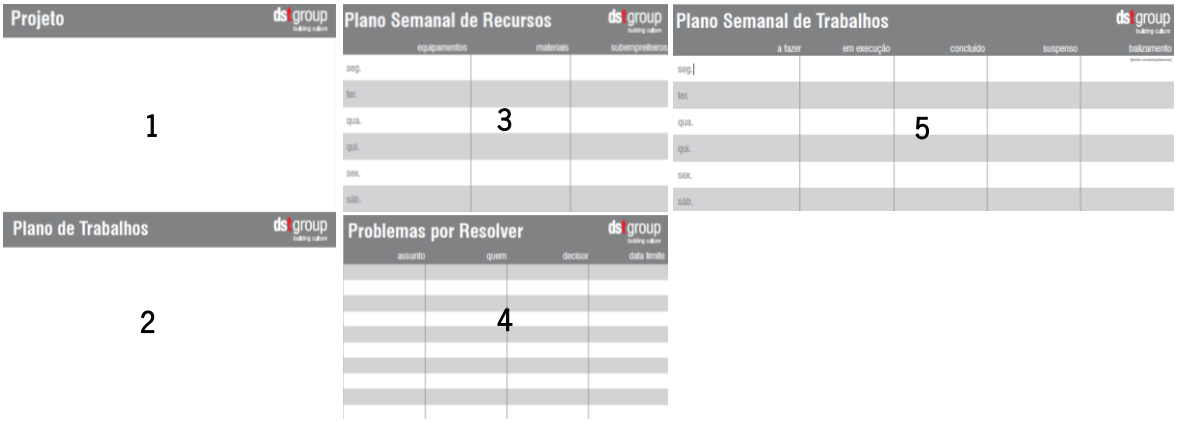

Figura 35. 1ª interação dos quadros de apoio à equipa

O “Projeto” (1) e “Plano de Trabalhos” (2) servem, respetivamente, para expor o projeto/desenho de cada uma das empreitadas e o plano de trabalhos impresso diretamente do *MSProject* ou de outro *software* de apoio utilizado, sendo ambos os quadros meramente de suporte à gestão visual.

O “Plano Semanal de Recursos” (3) pretende exibir a programação de entradas de materiais, equipamentos e subempreiteiros, durante o espaço temporal de uma semana. A informação visual serve para que todos possam estar ao corrente das chegadas de materiais e equipamentos e controlar possíveis atrasos.

Os “Problemas por Resolver” (4) representam assuntos pendentes das empreitadas que têm de ser ultrapassados e resolvidos (p.e. estragos de material que tem de ser reposto, atrasos nas entradas dos subempreiteiros, reuniões que têm de ser agendadas, policiamentos que têm de ser pagos...), sendo imposto um responsável, um decisor e uma data limite para a resolução.

O quadro do “Plano Semanal de Trabalhos” (5) traduz-se num quadro *Kankan*, no qual se incluem todos os trabalhos a decorrer durante uma semana. Utilizam-se *post-its* que se movimentavam ao longo da semana entre as colunas “A fazer”, “Em execução”, “Suspenso” e “Concluído”, sendo que a última coluna é destinada ao balizamento das atividades.

Depois de desenvolvida a primeira proposta, procedeu-se à implementação dos quadros numa empreitada, o Projeto Piloto (Figura 36).

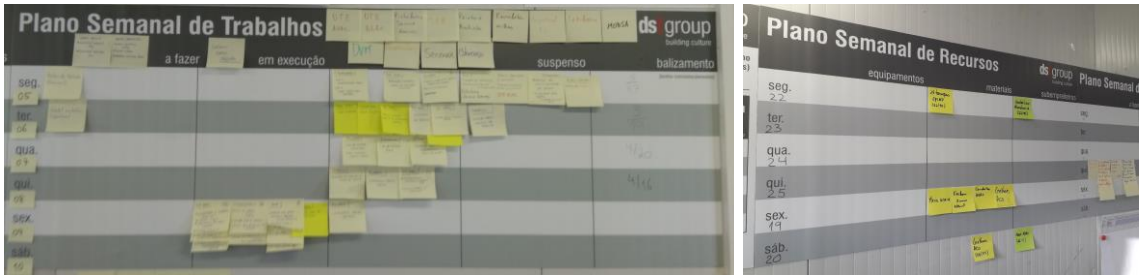

Figura 36. Implementação 1ªiteração dos quadros de equipa

A implementação foi acompanhada de 8 de outubro a 22 de dezembro de 2018. Do acompanhamento dessa implementação, das críticas e sugestões recebidas, surgiu uma segunda proposta, como resposta às necessidades apresentadas pela equipa de obra.

5.1.2.3. 2ª iteração

O “Plano Semanal de Recursos” transforma-se em “Plano de Recursos” (Figura 37), este plano de recursos tem um alcance temporal de duas semanas e deve ser preenchido tanto pelo *controller* como pelo encarregado durante as reuniões com informações dadas por cada um dos responsáveis dos subempreiteiros. Assim, com a substituição de um quadro de recursos semanal por um de duas

semanas, consegue-se prever com maior antecedência as necessidades. O quadro servirá também para evitar a ocorrência de pedidos urgentes, tanto de materiais como de equipamentos e para que no momento da reunião, quando se tiver conhecimento da chegada dos materiais, se indique, no espaço de estaleiro, uma zona para a sua colocação.

Figura 37. Plano de recursos para duas semanas

O "Plano de Trabalhos" tornou-se um quadro que permitia realizar o planeamento das atividades numa perspetiva de quatro semanas (Figura 38), indo de encontro ao LPS.

Esta mudança surge da necessidade de controlar não só o decorrer da atividade, mas também o seu prazo inicial e final. Assim, em vez de o "Plano de Trabalhos" ser um quadro meramente visual, como na 1ªiteração, tornou-se um quadro de planeamento a quatro semanas, no qual se discrimina o responsável, a atividade e na grelha temporal, através de símbolos, o início, decorrer e fim da atividade.

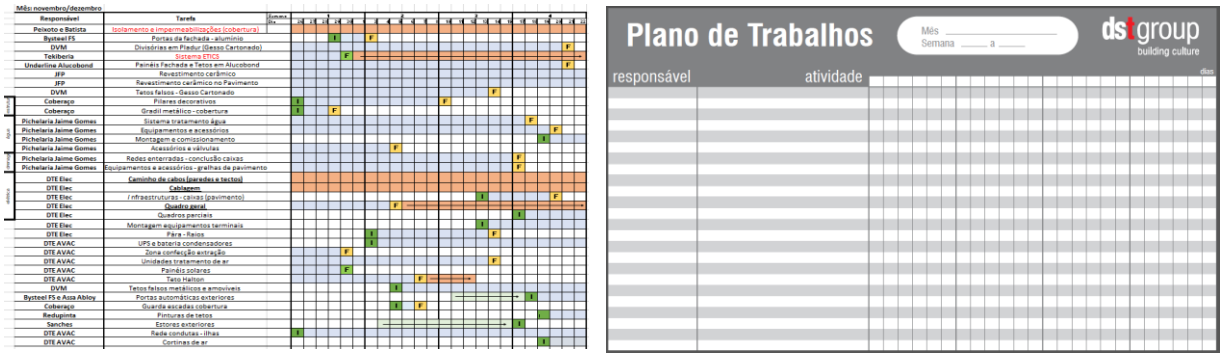

Figura 38. Plano de trabalhos mensal

O quadro do "Projeto" deixou de existir na 2ª iteração, por não se verificar real utilidade no mesmo, uma vez que os desenhos dos projetos da obra são vários e têm dimensão superior à do quadro.

Criou-se um novo quadro para registo das presenças dos subempreiteiros na reunião, uma vez que na obra piloto se detetou que os responsáveis dos subempreiteiros davam atenção a esse aspeto.

O "Plano Semanal de Trabalhos", que na primeira implementação se verificou não ser eficaz na Gestão Visual dos trabalhos ganhou uma perspetiva diária (Figura 39). Neste novo quadro apenas se

contemplavam dois dias da semana, fazendo assim a programação e balizamento dos trabalhos de um dia para o outro.

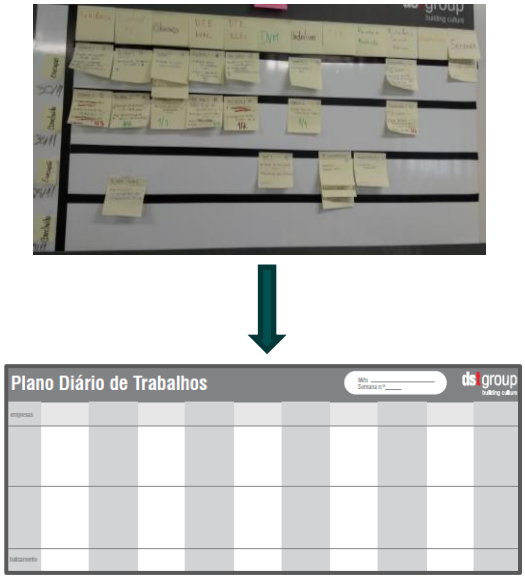

Figura 39. Reformulação quadro planeamento diário

Esta 2ª iteração dos quadros foi implementada e testada em mais duas empreitadas distintas (Figura 40), recolhendo-se mais uma vez a perceção das equipas.

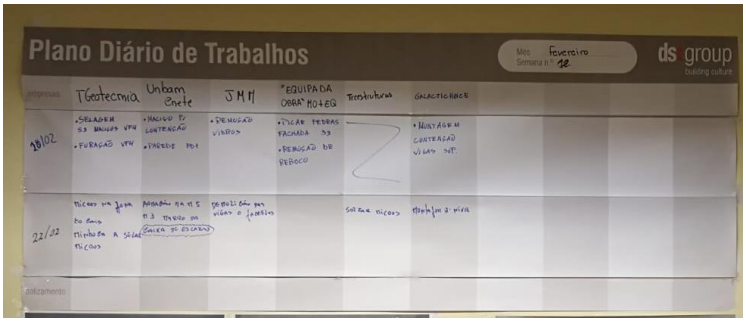

Figura 40. Plano Diário de Trabalhos

5.2.2.3. Proposta final

O quadro de planeamento diário sofreu novamente alterações e transformou-se num semanal (Figura 41), no qual se discriminavam os subempreiteiros pelos dias da semana, havendo um espaço dedicado ao balizamento do dia de trabalho em questão.

Figura 41. Quadro semanal de trabalhos, versão semanal

Os restantes quadros permaneceram iguais à 2ª iteração, tendo sido após esta última alteração replicados para o total de quatro empreitadas.

5.2.2.4. Instrução de trabalho

A realização de uma instrução de trabalho (Apêndice III – Instrução de trabalho quadros de equipa e *kaizen* diário) com os objetivos quer da reunião, quer dos quadros, tem por objetivo padronizar o comportamento dos diferentes intervenientes, criando assim hábitos semelhantes e normalizados.

5.1.3 Criação de uma sala *Obeya*

Uma sala *Obeya* trata-se de um espaço dedicado exclusivamente à exposição de dados visuais que acompanham os projetos. Assim, em cada empreitada deveria existir um espaço unicamente dedicado a questões de planeamento, no qual se possam expor os quadros de equipa e também projetos necessários para a visualização da empreitada, apresentando-se tudo segundo uma perspetiva lógica para o acompanhamento e melhoria de ideias. Nesta sala todos os membros fundamentais à equipa natural (encarregado, diretores de obra e responsáveis de subempreiteiros) reúnem-se em prol de objetivos comuns, partilhando e anotando ideias, permitindo o desenvolvimento do projeto.

Nos casos em que o apoio ao escritório são contentores-escritório, seria dimensionada uma sala com cerca de 6,055m x 2,435m x 2,591m, que ficaria organizada de modo similar à da
Figura 42.

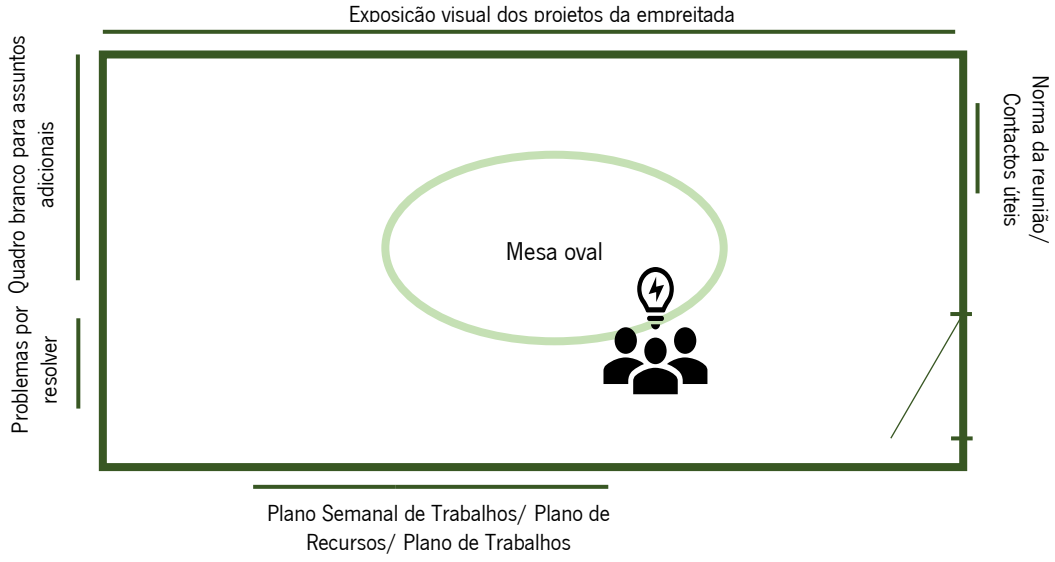

Figura 42. Proposta de organização da sala Obeya

5.1.4 Cartão de Kamishibai

O *Kamishibai* é uma ferramenta que permite auditar os postos de trabalho e incutir em todos os intervenientes a responsabilidade de se envolver na melhoria contínua. Um cartão *Kamishibai* permite que o Gestor de Projetos das ferramentas de melhoria contínua faça um acompanhamento do sucesso da implementação da ferramenta em cada umas das diferentes empreitadas. O cartão poderá ter duas faces, uma vermelha e uma verde.

Cada quadro de equipa pode ter um cartão associado (Figura 43), sendo que sempre que os itens sejam cumpridos é afixado o cartão com o lado verde, sempre que haja algum item em falha, com o lado vermelho. Este mecanismo é um mecanismo simples e funcional de auditar o sucesso da filosofia.

A frequência das reuniões é cumprida?	4
A norma da reunião é cumprida?	4
A equipa dinamiza o plano de ações e o seu conteúdo está atualizado?	4
A equipa participa ativamente na reunião e apresenta uma boa dinâmica?	5
Os impressos de registo de atividades, ou outro equivalente, é preenchido?	4
A equipa apresenta-se envolvida no projeto?	5

A frequência das reuniões é cumprida?	3
A norma da reunião é cumprida?	3
A equipa dinamiza o plano de ações e o seu conteúdo está atualizado?	3
A equipa participa ativamente na reunião e apresenta uma boa dinâmica?	1
Os impressos de registo de atividades, ou outro equivalente, é preenchido?	5
A equipa apresenta-se envolvida no projeto?	4

Figura 43. Cartão Kamishibai para avaliar o sucesso do Kaizen diário

5.2 Aplicação da técnica 5S nas empreitadas

Esta secção apresenta propostas de melhoria para um maior sucesso da implementação do projeto dos 5S. Essas propostas visam cultivar uma cultura de "Zero Acidentes", melhorar o aproveitamento dos materiais/ espaço e incluir na avaliação dos subempreiteiros o respeito e cumprimento pela técnica, proporcionando um maior envolvimento.

5.2.1 Reformulação da *checklist* da Auditoria

Como referido na secção 2.3.4 o aspeto da segurança começa a ser um conceito adicional aos habituais 5S. Considerando os valores de acidentes/incidentes apontados na secção 4.1.3 propõe-se, de modo a avaliar o nível de conformidade relativamente a aspetos da segurança, adicionar à atual *checklist* de avaliação de 5S no estaleiro o sexto S, da segurança (Figura 44). Com a existência de uma secção

específica de aspetos de segurança pretende-se também contribuir para uma filosofia de "Zero Acidentes".

Os parâmetros de avaliação da segurança pretendem avaliar: existência de sinalização adequada, passagens devidamente identificadas e livres, identificação de resíduos perigosos, existência de um kit de primeiros socorros, respeito pela utilização dos equipamentos de proteção individual (EPIs), inexistência de questões de segurança negligenciadas (acessos bloqueados aos extintores, proteções danificadas...), entre outras.

dstgroup building culture	Auditoria 5S	
	Empreitada:	Data:
Categoria	Critério	Classificação
Segurança	As passagens estão identificadas e desimpedidas	
	Os resíduos perigosos estão identificados	
	Os resíduos perigosos estão devidamente acondicionados numa bacia de retenção	
	Existe um Kit de primeiros socorros devidamente identificado e completo	
	Os colaboradores respeitam as regras de segurança e utilizam os devidos EPI'S	
	Os acessos aos extintores estão desimpedidos	

Figura 44. Parâmetros de avaliação da segurança no estaleiro de obra a adicionar à checklist 5S

Tal como na auditoria já existente os parâmetros são avaliados numa escala crescente de zero (0) a quatro (4).

5.2.2 Formulário lista de equipamentos do contentor ferramenteiro

Para dar resposta ao problema identificado na secção 4.2.3.2. foi necessário criar um formulário para incluir os equipamentos presentes no contentor ferramenteiro, dando maior importância aos materiais que não são consumíveis, ou seja, equipamentos de maquinaria, evitando que existam desaparecimentos desnecessários de materiais. Esse formulário encontra-se no Apêndice IV – Impresso de controlo de equipamentos no contentor ferramenteiro.

O formulário deverá ser verificado pelo gestor de armazém e nas empreitadas em que o mesmo não exista deverá ser a pessoa responsável pela ferramentaria a realizar esse controlo. A verificação deve ser feita diariamente, cinco minutos antes dos trabalhos arrancarem, evitando assim que sejam solicitados equipamentos do contentor ferramenteiro antes do controlo. Como o horário de laboração estabelecido para a maioria das empreitadas é: 8:00h – 17:00h, o controlo deverá ser feito cerca das 7:55h.

5.2.3 Criação de uma planta de estaleiro

Para o problema identificado na secção 4.2.3.1. sugere-se que, no início de cada empreitada, sempre que possível, seja feita uma clara divisão do estaleiro de modo a criar espaços para subempreiteiros, zonas de cofragem de ferro, zona de armação de ferro, parque de resíduos, bacia de autolavagem, caminhos de circulação dos colaboradores, local de estacionamento de equipamentos após utilização, entre outros aspetos.

Com a definição clara das zonas para cada elemento, pretende-se que o estaleiro seja, desde o momento da montagem, um local mais ordeiro e regrado. Esta planta deve ser criada pelo Gestor de Projetos de melhoria contínua junto da equipa de obra (diretor(s) de obra e encarregado).

A Figura 45 esquematiza um exemplo de uma planta de estaleiro, no entanto, a mesma não foi realizada no início da empreitada, não tendo o efeito desejado. Na mesma planta discriminaram-se as zonas destinadas a cada um dos subempreiteiros, a zona dos cerâmicos, a zona dos contentores e as zonas de passagem.

Não foi possível aplicar a melhoria em mais nenhum estaleiro, pois as empreitadas que se acompanharam de seguida não tinham um espaço específico destinado a estaleiro.

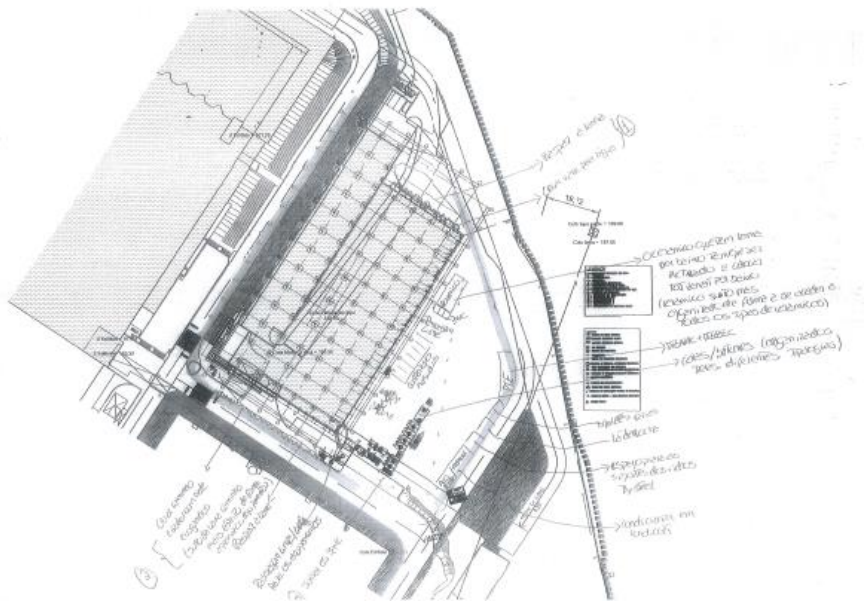

Figura 45. Planta de estaleiro

5.2.4 Avaliação do cumprimento dos 5S por parte dos subempreiteiros

Uma vez que a causa mais apontada como condicionante ao sucesso da implementação dos 5S na secção 4.2.3.3. é a falta de comprometimento dos subempreiteiros, deve-se incluir o cumprimento pelas normas dos 5S como critério de avaliação. Assim os subempreiteiros poderiam sentir-se mais envolvidos no projeto, evitando a penalização quantitativa.

5.3 Gestão Visual e normalização das empreitadas

Esta secção apresenta propostas de melhoria que procuram melhorar e padronizar a Gestão Visual dos resíduos, nas empreitadas. As sugestões presentes incluem a criação de uma lista de sinalética que seja semelhante a todas as empreitadas e a criação de uma matriz RACI que sirva de apoio à gestão de obra e a aspetos relacionados com a melhoria contínua, atribuindo visualmente as responsabilidades.

5.3.1 Criação de lista de sinalética

Para dar resposta ao problema identificado na secção 4.2.4, sugere-se que exista uma lista de sinalética de modo a padronizar a sinalização utilizada em todas as obras evitando que se esteja sistematicamente a replicar a sinalética, propõe-se a criação de uma pasta com as sinalizações existentes e utilizadas à data (Figura 46). Essa pasta deve ser facultada através da intranet como pasta partilhada.

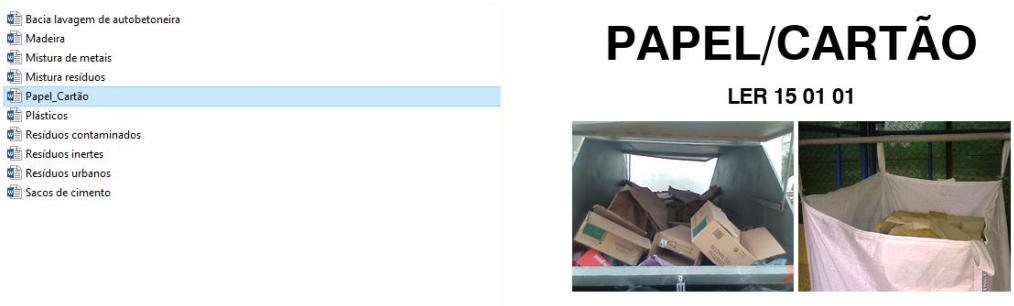

Figura 46. Lista de sinalética

5.3.2 Elaboração de uma matriz RACI

Atendendo ao problema identificado na secção 4.2.4., propôs-se a construção de uma matriz que incluísse as responsabilidades da gestão de obra, mas também aspetos relacionados com as ferramentas de melhoria contínua: sinalética e aspetos de acompanhamento do planeamento através da reunião *Kaizen*. Essa matriz encontra-se na Figura 47.

A matriz ajuda a que se torne claro e visual a distinção de cada uma das diferentes funções, responsabilizando assim cada um pela tarefa que é responsável.

MATRIZ RACI R - Responsável/ A- Aprovação/ C- Contribui/ I- é informado DISTRIBUIÇÃO DE RESPOSNSABILIDADES	PLANEAMENTO								EXECUÇÃO				ACOMPANHAMENTO	
	Arranque e preparação de obra	Planeamento dos trabalhos	Gestão de recursos	Esquema de organização do estaleiro	Montagem de estaleiro	Levantamento das necessidades de sinalética	Recolha da sinalética necessária	Colocação da sinalética	Master Plan da coordenação de atividades	*Execução das atividades*	Coordenação das atividades	Controlo administrativo das empreitadas	Reunião diária	Preenchimento impressos balizamento atividades
Departamento de planeamento	A	I												
Diretor de produção	C	A	A	I					A	I	I	I	I	I
Diretor de obra	R	R	R	A	A	A	A	I	R	A	A	A	A	R
Encarregado		C	I	R	R	R	I	A	C	R	R	C	R	C
Preparador					C				I					
Técnico de Segurança		I	I	I	I	I	R		I					
Técnico de Ambiente		I	I	I	I	I	R		I					
Técnico de Qualidade		I	I	I	I	I	R		I					
Departamentos serviços partilhados	I													
Controller		I	C									R		
Gestor de projeto	I			C		C	C	C						
Gestor de armazém/ferramenteiro								R						
Responsável Subempreiteiros										C	C		C	
Engenheiro Subempreiteiros										I	I			

Figura 47. Matriz RACI

5.4 Reformulação dos planos de medição e monitorização

Atendendo ao problema da secção 4.2.5, procurou-se reformular os PMMs. Assim, com a reformulação e atualização do modelo utilizado, os PMMs tornam-se mais pequenos e consequentemente mais apelativos ao preenchimento pelos encarregados, uma vez que não têm a informação exposta em tantas páginas (Figura 48). Com o novo modelo é apenas necessário realizar uma assinatura no final do documento, e as situações a registar apenas são escritas no final. Com a utilização do novo modelo poupam-se 34 folhas por todos os PMM's mais assiduamente utilizados na gestão de obra.

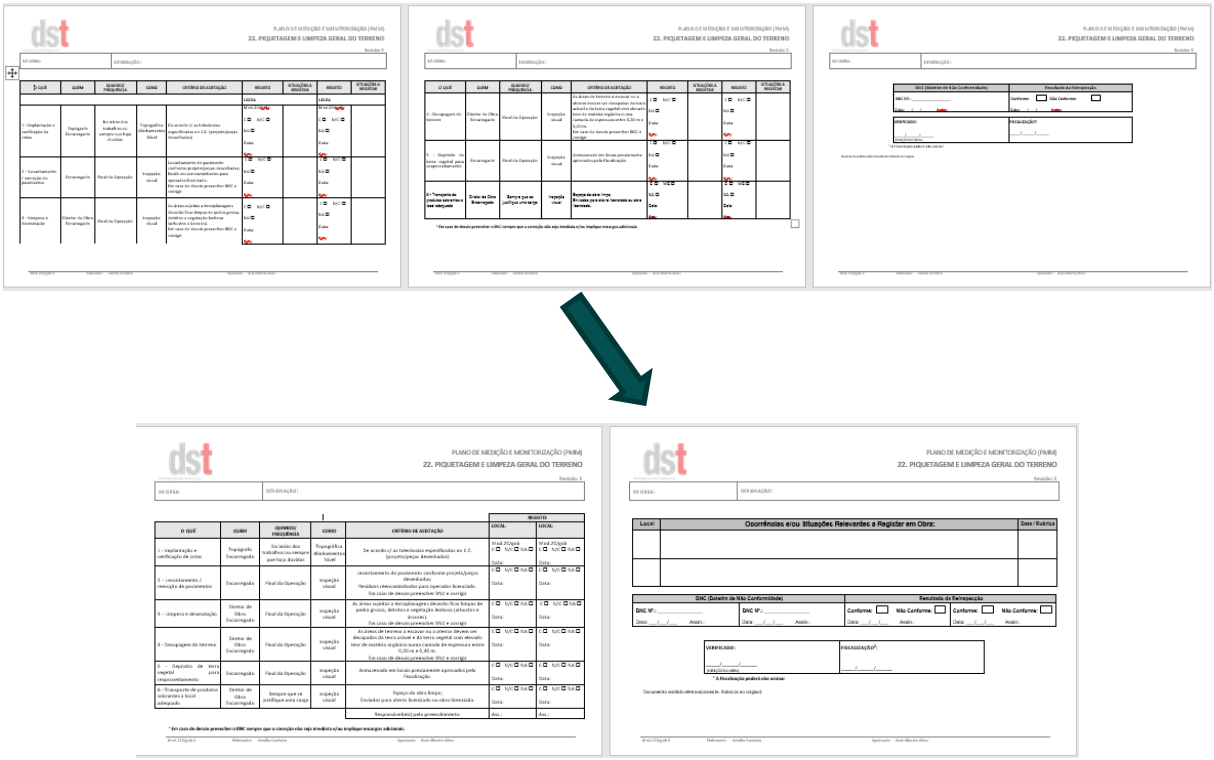

Figura 48. Reformulação do template do plano de medição e monitorização

5.5 Motivação e envolvimento dos subempreiteiros

Esta secção apresenta propostas para aumentar a motivação e o envolvimento dos subempreiteiros, possibilitando a partilha de opiniões e a existência de um espaço comum a todos, dando espaço e voz a cada um dos colaboradores.

5.5.1 Caixa de sugestões

Para aumentar a motivação e ouvir os colaboradores é importante que exista uma caixa de sugestões. Com a criação de uma caixa de sugestões em obra, os variados colaboradores podem deixar as suas sugestões relativamente à criação de condições diferentes, de acompanhamento das atividades, desabafos, etc. É importante que os colaboradores se sintam valorizados e ouvidos, sentindo que a sua opinião conta e tem algum peso.

Esta necessidade surge também da perceção de que os responsáveis dos subempreiteiros aproveitavam a realização da reunião para comunicar as necessidades dos seus colaboradores, encarando a situação como o momento mais oportuno para o fazer.

5.5.2 Criação de um contentor refeitório

Para colmatar a falta de motivação descrita na secção 4.3.6. é necessário criar condições e espaços de convívio para os colaboradores.

Assim, propõe-se a criação de um contentor refeitório *standard.* O contentor refeitório deve ser constituído por mesas, cadeiras, lava loiças, espaço para micro-ondas, espaço para colocar casacos na entrada, lavatório na entrada com folhas de papel e espaço para máquina de café.

O investimento total do contentor refeitório, com capacidade para vinte e quatro pessoas, seria de cerca de 1033€, além do aluguer do contentor, que já é um custo que as empreitadas acarretam.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são analisados os resultados referentes às propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5. A análise tem por objetivo destacar os principais resultados obtidos, tendo por base os objetivos propostos. Algumas das propostas não foram implementadas e os resultados são apenas estimados.

6.1 Acrescentar valor ao planeamento

A proposta da formação de uma equipa natural e realização de uma reunião diária apresentada na secção 5.1., procura atenuar os problemas identificados na secção 4.2.1 e 4.2.2. A proposta em questão foi implementada e acompanhada em oito empreitadas distintas ao longo de oito meses, tendo algumas obras terminado nesse intervalo temporal (Figura 49).

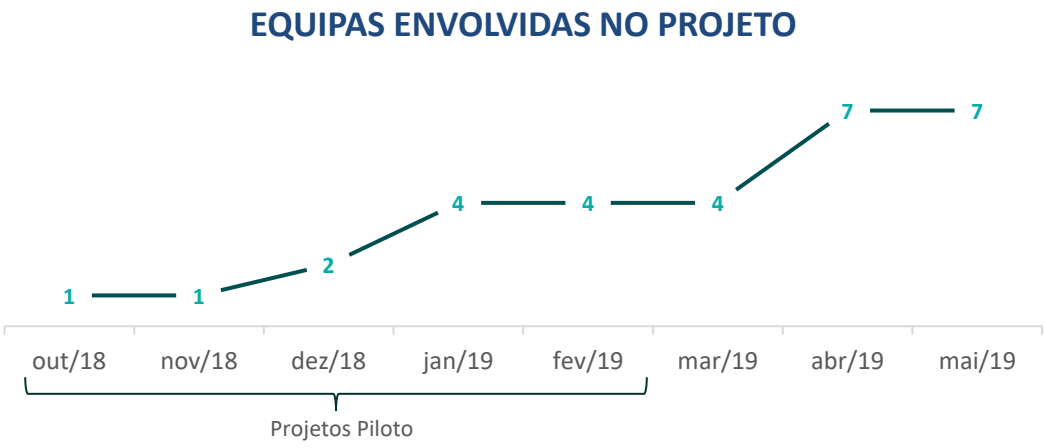

Figura 49. Equipas envolvidas no projeto

Todos os vinte e quatro intervenientes foram formados para a utilização dos quadros e realização da reunião diária (tal como na instrução de trabalho da secção 5.1.2.1.), no entanto, existiram diferentes comportamentos e resistências face à implementação do projeto. Inicialmente utilizou-se uma apresentação visual realizada em *Power Point* para expor a importância do *Kaizen* diário e do modo como toda a equipa natural beneficiaria, assim como uma apresentação individual de cada um dos quadros, no entanto, entendeu-se que os intervenientes percecionavam melhor o propósito da reunião quando se explicava cada um dos quadros já exposto e se realizava posteriormente uma simulação de reunião e de preenchimento.

Para avaliar estes comportamentos e resistência, realizou-se um inquérito, Apêndice V, no qual se utilizaram três escalas distintas: uma escala binária; uma numérica (1 a 4) na qual se avalia a utilidade

percecionada da reunião *Kaizen*, e outra numerada de 1 a 5, onde o 1 representa que os utilizadores discordam totalmente do ponto em questão e o 5 representa um concordo totalmente, as questões desta dimensão têm por objetivo avaliar em que medida os inquiridos concordam com a pertinência do *kaizen* diário e determinar quais aspetos eles mais consideram que são condicionantes ao sucesso do projeto. O inquérito foi realizado para avaliar a opinião e satisfação dos intervenientes face ao projeto.

Quando questionados relativamente à importância do *Kaizen* diário, a maioria dos intervenientes consideram-no importante, no entanto, existem ainda três encarregados que recusam a importância do mesmo (Figura 50).

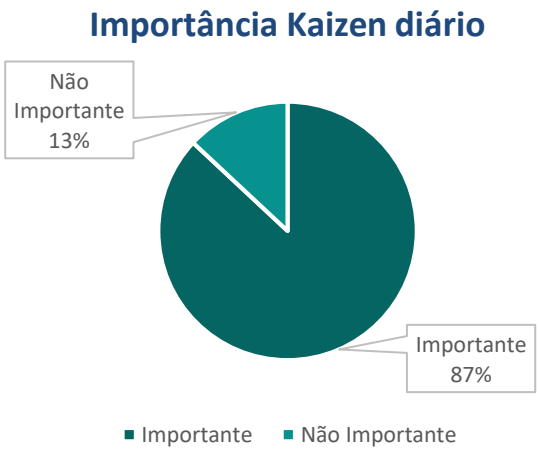

Figura 50. Importância atribuída ao Kaizen diário

A maioria dos intervenientes consideram que a reunião é muito útil/útil para auxiliar no controlo diário dos trabalhos, controlo dos prazos de trabalho e coordenação de todas as equipas de obra (Figura 51), acrescentando valor ao planeamento. Também a maioria dos inquiridos considera que o *Kaizen* diário influencia positivamente a produtividade de toda a obra.

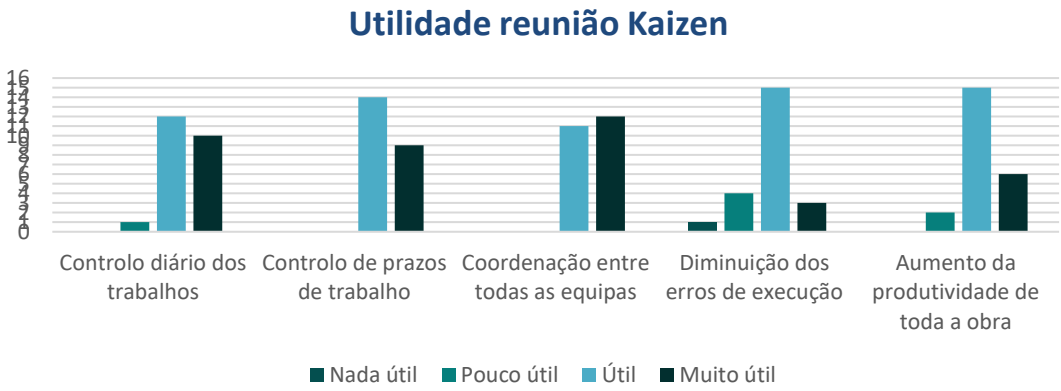

Figura 51. Utilidade do Kaizen diário

Assim, todos os inquiridos consideram que o *Kaizen* diário e os quadros de equipa são um projeto positivo que permite acrescentar valor ao planeamento, identificando e atenuando as suas falhas. Possibilitando simultaneamente que se diminuam os desvios nos prazos e se melhore a coordenação das necessidades de materiais e equipamentos.

6.2 Melhor aproveitamento do espaço de obra

Com a criação de uma planta de estaleiro (secção 5.2.3), prevê-se que exista, desde o início de cada empreitada, um melhor aproveitamento do espaço destinado a estaleiro. Com a montagem do estaleiro seguindo a instrução de trabalho relativa ao mesmo exercício, com orientação de uma planta de estaleiro com espaços e zonas previamente divididas com a direção de obra e o Gestor de Projeto e com a utilização da lista de sinalética padronizada a todas as empreitadas (secção 5.3.1), existirá um melhor aproveitamento do espaço de obra.

Após a reorganização de estaleiro representada na secção 5.2.3, em novembro de 2018, o resultado da auditoria 5S subiu significativamente, passando de 59% (Razoável), para 78% (Bom). Assim, um desenho claro da área de estaleiro e o seu cumprimento ao longo da empreitada podem trazer vários ganhos qualitativos, como:

- Maior espaço para movimentação de pessoas, materiais e equipamentos;

- Fácil acesso a material;

- Melhor gestão visual.

No entanto, para que esta proposta de melhoria tenha o resultado esperado e se consiga aplicar desde o início da empreitada é necessário que a direção de obra seja muito recetiva, para que os trabalhadores colaborem e não vejam a organização de espaço como uma perda de tempo.

6.3 Reduzir desperdícios

Com um melhor planeamento e um acompanhamento mais próximo por parte de todos os interessados, os desperdícios mais comuns da indústria da construção identificados no setor 2.2.1 (retrabalho, custos de oportunidade, falha de comunicação e deficiente preparação dos trabalhos a executar) podem ser evitados.

O *Kaizen* diário permite que se reduzam os erros de execução, coordenar as necessidades de materiais e equipamentos e melhorar a comunicação. Com um planeamento mais assertivo e atualizado, evitam-se também as necessidades de retrabalho.

A lista de equipamentos identificada da secção 5.2.2 tem por objetivo evitar que existam desperdícios resultantes da perda de materiais dentro das empreitadas. Como ainda não foi implementada não é possível ainda obter resultados concretos.

6.4 Maior empenho e motivação dos colaboradores

Através do *Kaizen* diário é possível envolver os chefes de equipa dos subempreiteiros no processo produtivo e, consequentemente, toda a sua equipa, tendo estes um papel ativo na mudança do método de planeamento.

Com trabalho de equipa, que implica uma comunicação adequada e a coordenação entre todas as equipas é possível aumentar a transparência do processo, aspeto apreciado e reconhecido por todos.

A criação de uma caixa de sugestões, onde todos podem depositar as suas opiniões, e de um contentor refeitório onde os colaboradores possam estar em descanso e convívio, resultará num maior empenho e motivação, uma vez que todos estarão mais satisfeitos dentro do seu local de trabalho.

Poder-se-ia quantificar o sucesso da implementação da melhoria através de índices de absentismo, atrasos, queixas aos superiores e discussões com os parceiros. Sendo que o empenho e motivação dos colaboradores deverão aumentar conforme o sentimento de valorização pelo seu trabalho.

Nenhuma das propostas relativas ao maior envolvimento dos subempreiteiros foi ainda implementada.

6.5 Reduzir custos

Esta secção faz uma aproximação aos custos com impressões e com poupanças de tempo.

6.5.1 Redução de impressões

A reformulação dos Planos de Medição e Monitorização permite que se poupem 34 folhas por todos os PMMs mais utilizados na gestão de obra, reduzindo assim os custos e tornando-os mais apelativos ao preenchimento. Uma vez que a maioria dos planos de medição e monitorização têm de ser preenchidos por peça e/ou por troço, existe a necessidade de replicar várias vezes a impressão, assim, com o novo modelo, são poupadas 34 folhas multiplicadas por várias impressões.

Sabe-se que 500 folhas normais têm um custo de 3,29€. O custo de cada folha é 0.0065€. Assim, a poupança total de 34 folhas reflete-se em apenas 0,22€. No entanto, se se tomar a empreitada do LIDL de Fernão Magalhães, por exemplo, a impressão dos PMMs que lhe são atribuídos sob o novo modelo implica uma poupança total de 10 folhas. Se se considerar as impressões que ocorrem de cada documento, considerando as diferentes peças e/ou troços produzidos de acordo com a definição do encarregado, a mudança gráfica traduz-se na poupança de, pelo menos, cerca de 67 folhas de papel, que contínua a refletir um custo de apenas 0,44€. Ainda assim, se se considerar que todas as empreitadas implicam o preenchimento dos Planos de Medição e Monitorização, a longo prazo, será uma poupança significativa, no entanto, não é possível fazer essa estimativa

O novo modelo sugerido para os planos de medição e monitorização é o que se encontra atualmente em vigor nos planos de qualidade.

6.5.2 Melhor gestão de tempo

Quando foi acompanhada a primeira empreitada, fez-se o seguimento das reuniões diárias e cronometrou-se o tempo despendido nas mesmas. Uma vez que a empreitada já se encontrava num estado avançado e até à implementação do projeto não se realizava um *briefing* diário entre todos, o tempo de discussão e cumprimento dos objetivos da reunião ultrapassava em grande escala o propósito inicial - 5 a 10 minutos. Assim, a média de duração das 32 reuniões presenciadas rondava os 25 minutos.

Se se considerarem os valores médios do salário dos encarregados, diretores de obra adjuntos, diretores de obra e chefes dos subempreiteiros o custo da reunião rondaria assim os 47,19€/dia. Com a implementação do *Kaizen* diário no início de cada uma das diferentes empreitadas pretende-se criar uma rotina. Se a reunião diária tiver uma duração máxima de 10 minutos o custo face ao salário dos intervenientes é de apenas 24,33€/dia.

Assim, o *Kaizen* diário além de ter um papel fundamental na melhor comunicação entre os intervenientes, também é importante para se criar uma rotina de gestão de tempo.

7. CONCLUSÃO

Neste último capítulo apresentam-se as principais conclusões do projeto de dissertação e algumas propostas para trabalhos futuros.

7.1 Conclusões

O principal objetivo deste projeto de dissertação consistia em melhorar e trazer benefícios à gestão da produção através da implementação de ferramentas *Lean*. Os principais défices encontrados relacionam-se com a existência de um planeamento ainda muito tradicional e uma resistência à mudança. Deste modo, de forma a melhorar essa estratégia e implementar ferramentas *Lean* junto das empreitadas, a autora acompanhou, junto de um gestor de projeto da DST a implementação de ferramentas *Lean*, nomeadamente os quadros de equipa e o *kaizen* diário. Durante esse acompanhamento nas diferentes empreitadas, outros défices foram sendo encontrados, para os quais se tentou sugerir uma proposta de melhoria.

Com o propósito de compreender melhor o estado atual das empreitadas e do planeamento utilizado nas mesmas recorreu-se à observação direta, análise documental, conversas informais e ainda, inquéritos estruturados.

Dos inquéritos realizados, que se prendiam essencialmente com aspetos de planeamento e comunicação, percecionou-se a falta de regularidade que existe na atualização do planeamento, a falta de definição de objetivos diários de produção e a falta de um método consistente de comunicação entre todos os interessados no projeto. Também os valores relativos à percentagem de empreitadas terminadas com atrasos e de pedidos urgentes de materiais e equipamentos eram um indicador da falha deste planeamento. Simultaneamente detetaram-se problemas relativos à falta de gestão visual do planeamento, problemas de organização, limpeza e acondicionamento de materiais em obra, a falta de normalização da sinalética utilizada, a resistência de preenchimento dos planos de medição e monitorização e a desmotivação dos colaboradores.

De forma a tentar solucionar os problemas identificados propôs-se a aplicação de algumas ferramentas *Lean* como quadros de equipa, *Kaizen*, Gestão Visual, 5S, padronização dos processos e outras, como a reformulação gráfica dos documentos de controlo das atividades.

Com a proposta de criação de uma equipa natural e *Kaizen* diário acrescentou-se valor ao planeamento, diminuindo os desperdícios resultantes dos problemas tradicionais da construção civil, melhorando a

comunicação e aumentando a produtividade. Realizaram-se três iterações, aplicadas em diferentes empreitadas, até se chegar à proposta final dos quadros de equipa. As sugestões de melhoria dadas pelos colaboradores ao longo do projeto foram registadas e tidas em conta. Para avaliar a perceção dos intervenientes realizaram-se inquéritos estruturados, sendo que a maioria vê o projeto como um aspeto importante de melhoria do planeamento, diminuição dos erros de execução, diminuindo os desperdícios e aumento da produtividade. Também o respeito pela norma e duração da reunião diária se traduz numa melhor gestão de tempo.

Para que exista uma cultura de "Zero Acidentes" propõe-se que aspetos relativos à segurança também sejam avaliados no âmbito dos 5S, criando também neste âmbito uma lista de presenças de equipamentos a ser confirmada e atualizada diariamente, evitando perdas. Uma planta de estaleiro no início das empreitadas também é uma proposta que procura proporcionar um melhor aproveitamento do espaço, permitindo que se localize mais facilmente os materiais, facilitando as passagens e ajudando na gestão do espaço de estaleiro.

As propostas implementadas contaram com a abertura e envolvimento de colaboradores de distintas equipas de obra. Dessas propostas implementadas resultou um melhor planeamento, reconhecido pelos vários intervenientes da equipa de obra, uma melhor gestão de tempo, uma maior facilidade na organização dos espaços e a diminuição dos recursos consumidos. No entanto, as poupanças mensuráveis apenas se apresentam na margem dos cêntimos. Como cada empreitada é um caso isolado e não se podem comparar de forma igual empreitadas distintas existe uma maior dificuldade em quantificar as melhorias resultantes, por exemplo, apesar de se considerar que com a existência do *Kaizen* diário se reduzem os atrasos nas empreitadas e se diminuem os pedidos urgentes, este valor apenas faz sentido quantificar a longo prazo de modo a que os resultados não sejam enviesados.

A mudança cultural e o entendimento das ferramentas de melhoria contínua como uma mais valia para todos, é o maior entrave, pois implica uma grande mudança de hábitos.

7.2 Trabalho futuro

Ao longo do projeto de dissertação foram realizadas e identificadas algumas ações para resolver ou melhorar os problemas identificados. Assim, é importante que exista um acompanhamento contínuo e muito próximo às propostas implementadas.

Após os quadros de equipa serem estendidos a todas as empreitadas e o *Kaizen* diário fazer parte do dia a dia das equipas de obra é essencial que continue a existir uma formação contínua dos

intervenientes, insistindo na necessidade de rotina, na definição de objetivos diários de produção e no seu balizamento. Posteriormente pode-se estender o planeamento a uma perspetiva mais macro, indo de encontro ao plano macro do LPS.

Sugere-se também, para que exista uma exposição mais visual de toda a empreitada, a integração do BIM (que também já é explorado pela empresa) na fase de construção como forma de apoio às reuniões diárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akinci, B., Fischer, M., & Kunz, J. (2002). Automated Generation of Work Spaces Required by Construction Activities. *Journal of Construction Engineering and Management*, *128*(4), 306–315. https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2002)128:4(306)

Alarcón, L. (1997). *Lean construction*.

Alukal, G., & Manos, A. (2006). *Lean kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements*. American Society for Quality. Retrieved from https://vpn.uminho.pt/+CSCO+0075676763663A2F2F6F626278662E7462627479722E6367++/books?hl=pt-PT&lr=&id=aohFNzE0BWkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=alukal+manos+2006&ots=GVs3wJxap1&sig=5g9hO2Tg1aT9R8BFsB46z_P93CQ&redir_esc=y#v=onepage&q=alukal manos 2006&f=false

Amaro, P., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2019). *Lean Thinking: A Transversal and Global Management Philosophy to Achieve Sustainability Benefits*. *Lean Engineering for Global Development*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7_1

Anvari, A., Zulkifli, N., & Yusuff, R. M. (2011). Evaluation of approaches to safety in lean manufacturing and safety management systems and clarification of the relationship between them. *World Applied Sciences Journal*, *15*(1), 19–26.

Ballard, G. (2009). Production Control Principles.

Ballard, G., Pesonen, S., & Seppänen, O. (2010). The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System Lean Construction. *Lean Construction Journal*, *1*, 2010–2053. Retrieved from http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/page43www.leanconstructionjournal.orgwww.leanconstructionjournal.org

Ballard, H. G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. The University of Birmingham. https://doi.org/10.1007/bf00837862

Berroir, F., Harbouche, L., & Boton, C. (2015). Top Down vs. Bottom Up Approaches Regarding the Implementation of Lean Construction Through a French Case Study. *23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Perth, Australia - 2015*, 81. Retrieved from http://iglc.net/Papers/Details/1232

Bolviken, T., & Koskela, L. (2016). WHY HASN' T WASTE REDUCTION CONQUERED CONSTRUCTION ?

Card, A. J. (2017). The problem with 5 whys'. *BMJ Quality and Safety*, *26*(8), 671–677. https://doi.org/10.1136/bmjqs-2016-005849

Comm, C. L., & Mathaisel, D. F. X. (2005). A case study in applying lean sustainability concepts to universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, *6*(1), 113–146. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/1467630110380299

Concha, M., Alarcón, L. F., Mourgues, C., & Salvatierra, J. L. (2015). Using Organizational Modeling to Assess the Impact of Lean Construction Principles on Project Performance. *Proceedings for the 23th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, (July), 711–721.

Correâ, J., Costa, E., Gadda, T., & Scandelari, V. (2019). *Engenharia civil em destaque*. Paco Editorial. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=ys6CDwAAQBAJ&pg=PA27&lpg=PA27&dq=método+harada+na+construção&source=bl&ots=uLlQKRDhV7&sig=ACfU3U2sJqEhQ3rd-9gdS7f6gaVhK96z7Q&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwizo9vsl77gAhW6A2MBHTh8D_sQ6AEwCHoECAgQAQ#v=onepage&q=método harada na co

Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Acção: Metodologia preferencial nas práticas educativas. Braga, Portugal: Instituto de Educação, Universidade do Minho.

Dallasega, P., Rauch, E., & Frosolini, M. (2018). A Lean Approach for Real-Time Planning and Monitoring in Engineer-to-Order Construction Projects. *Buildings*, *8*(3), 38. https://doi.org/10.3390/buildings8030038

Dalton, J. (2019). Gemba Walks. In *Great Big Agile* (pp. 173–174). Berkeley, California: Apress. Retrieved from https://vpn.uminho.pt/+CSCO+0h75676763663A2F2F797661782E66636576617472652E70627A++/chapter/10.1007/978-1-4842-4206-3_31

Dave, B., Koskela, L., Kiviniemi, A., Owen, R., & Tzortzopoulos, P. (2013). *Implementing Lean in construction: Lean construction and BIM*.

deVaus, D. A. (2002). Surveys in Social Research. In L. Routledge (Ed.) (5th edn).

Diário de Notícias. (2019, May 1). Produção deverá crescer 4% na construção em 2019 para mais de 12,5 mil ME. Retrieved from www.dn.pt/lusa/interior/producao-devera-crescer-4-na-contrucao-em-2019-para-mais-de-125-mil-me-10377943

DST Group, S. (2019). No Title. Retrieved from https://www.dstsgps.com/intro-pt-pt/#/%23intro

Eaidgah, Y., Maki, A., Kurczewski, K., & Abdekhodaee, A. (2013). Visual management, performance management and continuos improvement. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*.

Epa. (2007). The Lean and Environment Toolkit. *Prevention*, 96. Retrieved from http://www.epa.gov/lean

Fercoq, A., Lamouri, S., & Carbone, V. (2016). Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. *Journal of Cleaner Production*, *137*, 567–578. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.107

Filip, F. C., & Marascu-Klein, V. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *95*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/95/1/012127

Forest, J. J. (2015). Walk the Line. *Process Safety Progress*, *34*(2), 126–129. https://doi.org/10.1002/prs.11724

Gao, S., & Low, S. P. (2014). *Lean Construction Management: The Toyota Way*.

Green, S. D. (1999). The missing arguments of lean construction. *Construction Management and Economics*, *17*(2), 133–137. https://doi.org/10.1080/014461999371637

Guo, S.-J. (2002). Identification and Resolution of Work Space Conflicts in Building Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, *128*(4), 287–295. https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2002)128:4(287)

Hasan, Z., & Hossain, M. S. (2018). Improvement of Effectiveness by Applying PDCA Cycle or Kaizen: An Experimental Study on Engineering Students. *Journal of Scientific Research*, *10*(2), 159–173. https://doi.org/10.3329/jsr.v10i2.35638

Hasle, P., Bojesen, A., Jensen, P. L., & Bramming, P. (2013). Lean and the working environment: a review of the literature. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216

Hines, P., Silvi, R., & Bartolini, M. (2002). Lean Profit Potential. *Lean Enterprise Research Centre*, 64.

Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, *6*(9), 420–437. https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001

Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To pull or not to pull: What is the question? *Manufacturing and Service Operations Management*, *6*(2), 133–148. https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028

Howell, G. A. (1999). What is Lean Construction - 1999. *University of California, Berkeley*, *47*(5). https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01860.x

Howell, G., & Ballard, G. (2010). Implementing lean construction. *Lean Construction*, 111–126.

https://doi.org/10.4324/9780203345825_implementing_lean_construction
Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key of Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill Education.
INE. (2017). *Estatisticas do Ambiente - 2016*. *INE, Instituto Nacional de Estatística*. https://doi.org/10.1108/EJIM-09-2011-0069
Issa, U. H. (2013). Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. *Alexandria Engineering Journal*, *52*(4), 697–704. https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.07.003
Kaizen Institute. (2019). Retrieved from https://pt.kaizen.com/home.html
Kerzner, H. (2017a). *Gestão de Projetos- 3ed: As Melhores Práticas*. Bookman. Retrieved from https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=qZFRDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=boas+praticas+gestão+de+projetos&ots=iS0uh0Ijog&sig=LeHCbEAj2p6MWknyY77uzWDZg1o&redir_esc=y#v=onepage&q=boas praticas gestão de projetos&f=false
Kerzner, H. (2017b). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Retrieved from https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=xlASDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR19&dq=project+management+tools+and+techniques&ots=Xb6kWTU-AS&sig=7_9OYvCVGGVLkWj_zH0hgsk3wYg&redir_esc=y#v=onepage&q=TOOLS&f=false
Kim, D., & Park, H.-S. (2008). Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation. *KSCE Journal of Civil Engineering*, *10*(6), 381–388. https://doi.org/10.1007/bf02823976
Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management and Business Excellence*, *19*(3), 245–262. https://doi.org/10.1080/14783360701600704
Koskela, L. (1992). *Application Of The New Production Philosophy To Construction*. *Center for Integrated Facilities Engineering* (Vol. 63). CA. https://doi.org/10.1107/S0907444907037857
Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, *31*(1), 41–52.
Krijnen, A. (2007). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. *Action Learning: Research and Practice*, *4*(1), 109–111. https://doi.org/10.1080/14767330701234002
Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, *20*(2), 5–20. https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002
Liker K., J. (2004). *The Toyota 14 - Ways Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. *Training* (Vol. 2004).
Lu, J. C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, *53*(8), 2285–2305. https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009
Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2013). Metodologias Para Implementar Lean Production: Uma Revisão Critica De Literatura. *Journal of Cleaner Production*, *85*(2), 1–7. https://doi.org/10.1080/09537287.2013.780314
Mann, D. (2009). The Missing Link: Lean Leadership, 15–26.
Martins, J. B., Demétrio, J. C. C., & Demétrio, F. J. C. (2018). Lean Construction: Uma análise comparativa em canteiros de obra de São Luís-MA. *Revista de Engenharia Civil*, (54), 44. Retrieved from http://www.civil.uminho.pt/revista
Mastroianni, R., & Abdelhamid, T. (2014). The Challenge : the impetus for change to lean project delivery, (December).

Matthews, J., Love, P. E. D., Mewburn, J., Stobaus, C., & Ramanayaka, C. (2018). Building information modelling in construction: insights from collaboration and change management perspectives. *Production Planning and Control*, *29*(3), 202–216. https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1407005

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, *83*(6), 662–673. https://doi.org/10.1205/cherd.04351

Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, *182*, 466–473. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135

Nowotarski, P., Pasławski, J., & Matyja, J. (2016). Improving Construction Processes Using Lean Management Methodologies - Cost Case Study. *Procedia Engineering*, *161*, 1037–1042. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.845

O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. Retrieved from https://vpn.uminho.pt/+CSCO+0h756767633A2F2F6A726F2E617267++/~robrien/papers/xxar final.htm

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Sclae Production*.

Olivieri, H., Granja, A. D., & Picchi, F. A. (2016). Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. *Ambiente Construído*, *16*(1), 265–283. https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100073

Osada, T. (1991). *The 5S's: five keys to a total quality environment*.

Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2014). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, *7*(Icebr), 174–180. https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3

Raíssa, C., & Ribeiro, A. (2015). A FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION, SUAS FERRAMENTAS E APLICABILIDADE dezembro/2015 A FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION, SUAS FERRAMENTAS E APLICABILIDADE, *01*, 17.

Saieg, P., Sotelino, E. D., Nascimento, D., & Caiado, R. G. G. (2018). Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, *174*, 788–806. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030

Santos, a Dos, Powell, J., Sharp, J., & Formoso, C. (1998). Principle of Transparency Applied in Construction. *Proceedings IGLC '98*, (January). Retrieved from http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/dosSantosEtAl.pdf

Shingo, S. (1988). *Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement*. Productivity Press. Retrieved from https://vpn.uminho.pt/+CSCO+0075676763663A2F2F6F626278662E7462627479722E6367++/books?hl=pt-PT&lr=&id=FLGN1gst3koC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Shigeo+shingo+&ots=S_bBhTeHjo&sig=6OSpxOXrdZ9M1GI5BK5VxEaZjOQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Shingo, S. (1996). *O sistema Toyota de produção*. Bookman.

Siva, R., Naveed Khan Patan, M., Lakshmi Pavan Kumar, M., Purusothaman, M., Pitchai, S. A., & Jegathish, Y. (2017). Process improvement by cycle time reduction through Lean Methodology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *197*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/197/1/012064

Smith, S. (2014). Muda, Muri and Mura. *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, *13*(2), 36. Retrieved from http://0-search.proquest.com.pugwash.lib.warwick.ac.uk/docview/1505315316/fulltextPDF?accountid=14888

Sugimori, Y. , Kusunoki, K. , Cho, F. and Uchikama, S. (1977). Toyota production system and Kanban

system Materialization of just-in- time and respect-for-human system Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and. *International Journal of Production Research*, (February 2011). https://doi.org/10.1080/00207547708943149

Susana Pinheiro. (2019). Trabalhar e ser feliz? Há empresas que apostam na felicidade dos seus colaboradores. *Jornal Público*. Retrieved from https://www.publico.pt/2019/03/29/culto/reportagem/possivel-feliz-empresa-trabalhar-1867276?fbclid=IwAR2NJf7SlYKwniKOAIlzsrTjfm9ePX9nVZF-TBoY0US1wg6qdGipaPXrC1M

Susman, G. (1983). Action Research: A Sociotechnical System Perspective. In G. Morgan (Ed.), *Beyond Method: Strategies for Social Research* (pp. 95–113). Sage Publications. Retrieved from https://vpn.uminho.pt/+CSCO+0075676763663A2F2F6F626278662E7462627479722E6367++/books?hl=pt-PT&lr=&id=ffy1Z7xUQ_wC&oi=fnd&pg=PA7&dq=beyond+method:+strategies+for+social+research+susman&ots=ZEKQHR-28F&sig=CF_MEkGnds-rXCZ8DWLBXN5f7MQ&redir_esc=y#v=onepage&q=

Takeuchi, H., Osono, E., & Shimizu, N. (2008). The Contradictions that drive Toyota's sucess. *Antiquity*, *24*(94), 96–99. https://doi.org/10.1017/S0003598X00022997

Tiwari, S., Dubey, R., & Tripathi, N. (2011). The Journey of Lean. *Indian Journal of Commerce & Management Studies*, *2*(2), 200–208. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26800.97284

Vilarinho, S., Lopes, I., & Sousa, S. (2018). Developing dashboards for SMEs to improve performance of productive equipment and processes. *Journal of Industrial Information Integration*, *12*(September 2017), 13–22. https://doi.org/10.1016/j.jii.2018.02.003

Wilson, L. (2010). *How To Implement Lean Manufacturing* (Vol. 32). McGraw-Hill Companies. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. *Rawson Associates - New York*. https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V

Yu, H., Al-Hussein, M., Al-Jibouri, S., & Telyas, A. (2011). Lean Transformation in a Modular Building Company: A Case for Implementation. *Journal of Management in Engineering*, *29*(1), 110–111. https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000115

Zhang, Q., Author, C., Irfan, M., Aamir, M., & Khattak, O. (2012). Critical Success Factors for Successful Lean Six: Sigma Implementation In Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, *4*(1), 117–124.

Apêndices

O planeamento nas minhas empreitadas!

O presente estudo destina-se a conhecer o método de planeamento utilizado nas empreitadas da DST, assim como os factores que mais o podem influenciar.
O preenchimento deste breve inquérito não levará mais de 5 minutos.
As respostas são anónimas e confidenciais e os dados serão utilizados, em agregado, unicamente para fins estatísticos.

*Obrigatório

1. **Qual o seu cargo na empresa?** *
   Marcar apenas uma oval.
   - ( ) Encarregado *Após a última pergunta desta seção, ir para a pergunta 8.*
   - ( ) Controller *Após a última pergunta desta seção, ir para a pergunta 13.*
   - ( ) Técnico de Segurança *Após a última pergunta desta seção, ir para a pergunta 15.*
   - ( ) Diretor de Obra Adjunto
   - ( ) Diretor de Obra
   - ( ) Diretor de Produção

2. **Que tipologia de obra já realizou na dst?** *
   Marque todas que se aplicam.
   - [ ] Reabilitação
   - [ ] Construção civil
   - [ ] Comércio e retalho
   - [ ] Indústria
   - [ ] Infraestruturas de água e ambiente
   - [ ] Infraestruturas de energia
   - [ ] Infraestruturas de telecomunicações
   - [ ] Infraestruturas de transporte

Realização do planeamento

3. **Qual o(s) software(s) que utiliza para fazer o planeamento das suas empreitadas?** *
   Marque todas que se aplicam.
   - [ ] Microsoft Project
   - [ ] Nenhum
   - [ ] Outro: _____

4. **A realização de um planeamento assertivo e o controlo assíduo de prazos em empreitada é de importância inegável.** *
   Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	( )	( )	( )	( )	( )	Concordo totalmente

Figura 52. O planeamento nas minhas empreitadas (Página 1 de 4)

5. **A definição de metas diárias de produção e o seu balizamento é muito importante.** *
Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	◯	◯	◯	◯	◯	Concordo totalmente

6. **Com que frequência realiza o controlo de planeamento das empreitadas?** *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ Diariamente
- ◯ Semanalmente
- ◯ Mensalmente
- ◯ Trimestralmente
- ◯ Outro: _____

7. **Que método(s) utiliza para coordenar o planeamento e a execução dos trabalhos com o encarregado e chefes de equipa?** *
Marque todas que se aplicam.

- ☐ Discussão conforme o desenrolar do trabalho
- ☐ Reuniões diárias
- ☐ Quadros de equipa
- ☐ Quadros Kaizen
- ☐ Outro: _____

Ir para a pergunta 9.

A comunicação com a direção de obra

8. **Como é realizada a comunicação dos objetivos de produção, por parte da direção de obra?** *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ Reunião diária
- ◯ Reunião semanal
- ◯ Discussão conforme o desenrolar das atividades
- ◯ Outro: _____

A produtividade dos meus trabalhadores

9. **Realiza algum registo diário dos objetivos de produção?** *
Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

Figura 53. O planeamento nas minhas empreitadas (Página 2 de 4)

10. **Se sim, de que modo realiza esse registo?**

11. **Como controla a produtividade dos seus trabalhadores?** *
Marque todas que se aplicam.

- [ ] Balizamento dos objetivos diários
- [ ] Experiência
- [ ] Observação
- [ ] Não controlo
- [ ] Outro: _____

12. **Como regista o valor dessa produtividade?**

Ir para a pergunta 13.

Pedidos urgentes de materiais e equipamentos

13. **Porque razão considera que ocorrem pedidos urgentes de materiais?** *
Marque todas que se aplicam.

- [ ] Falta de planeamento atempado das necessidades
- [ ] Falha na comunicação por parte da equipa de obra
- [ ] Alterações ao Projeto
- [ ] Erro humano
- [ ] Outro: _____

14. **Porque razão considera que ocorrem pedidos urgentes de equipamentos?** *
Marque todas que se aplicam.

- [ ] Falta de planeamento atempado das necessidades
- [ ] Falha na comunicação por parte da equipa de obra
- [ ] Alterações ao Projeto
- [ ] Outro: _____

Ir para a pergunta 15.

Causas de desvios no planeamento

Figura 54. O planeamento nas minhas empreitadas (Página 3 de 4)

15. **Na sua opinião, qual(s) o(s) principal(s) responsável(s) pela ocorrência de desvios nos prazos?** *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Subempreiteiros
- [ ] Cliente
- [ ] Fiscalização
- [ ] Coordenação de obra
- [ ] Mão de obra pouco qualificada
- [ ] Equipamentos obsoletos, que original muitas avarias
- [ ] Projeto
- [ ] Equipa de obra
- [ ] Outro: _____

16. **Na sua opinião, qual(s) a(s) principais razões para ocorrerem desvios no cumprimento dos prazos?** *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Condições climatéricas imprevisíveis
- [ ] Atraso na tomada de decisão por parte do dono de obra
- [ ] Capacidade produtiva dos subempreiteiros
- [ ] Várias ordens ao mesmo tempo, refletindo problemas de comunicação
- [ ] Capacidade financeira comprometida
- [ ] Alterações do projeto/ Dificuldade de comunicação com o projetista
- [ ] Falta de comunicação entre as várias entidades
- [ ] Demora na entrada de colaboradores em obra, por falta de documentação adequada
- [ ] Atrasos na emissão de licenças
- [ ] Défice no planeamento das atividades
- [ ] Incertezas quanto à rotação do trabalho entre as especialidades, dentro do espaço de trabalho
- [ ] Indisponibilidade de frentes de trabalho
- [ ] Atrasos no fornecimento de materiais e equipamentos, relativamente ao prazo acordado, por parte dos fornecedores
- [ ] Atrasos no fornecimento de materiais e equipamentos, por parte do parque de materiais
- [ ] Equipamentos não adequados ao trabalho
- [ ] Atraso na entrega de equipamentos, por parte da manutenção
- [ ] Falta de mão de obra
- [ ] Outro: _____

Powered by Google Forms

Figura 55. O planeamento nas minhas empreitadas (Página 4 de 4)

APÊNDICE II – INQUÉRITO APLICADO AOS SUBEMPREITEIROS

AVALIAÇÃO REUNIÕES *KAIZEN*!

dstgroup
building culture

O presente questionário destina-se a conhecer a opinião dos subempreiteiros da empreitada C2-0104, relativamente ao funcionamento e pertinência da reunião *Kaizen* diária. A elaboração do questionário deverá demorar cerca de 3 minutos.

A resposta é confidencial e destina-se apenas a fins estatísticos.

1. Assinale, com um (x), o nível de utilidade que considera que as reuniões *kaizen* têm no/a:

	Nada útil	Pouco útil	Útil	Muito útil
Planeamento dos trabalhos diários da sua equipa.	☐	☐	☐	☐
Coordenação entre todas as equipas e a direção de obra da dst.	☐	☐	☐	☐
Diminuição dos erros de execução.	☐	☐	☐	☐
Aumento da produtividade de toda a obra.	☐	☐	☐	☐

2. Considera que o horário de realização da reunião (11:40h) é o mais apropriado? Em caso negativo, qual considera ser o horário mais pertinente?

☐ Sim ☐ Não

Horário: _____

3. **Assinale as duas principais razões**, que considera serem responsáveis pelo **baixo balizamento** (razão entre trabalhos concluídos e trabalhos previstos para o dia em questão)?

☐ Incerteza relativa ao número de elementos da equipa;

☐ Andamento comprometido por outros subempreiteiros;

☐ Falta de sensibilidade da minha equipa em estabelecer objetivos mais realistas;

☐ Falta de orientação dos meus superiores.

Figura 56. Inquérito aos subempreiteiros (Página 1 de 2)

4. Assinale, com um (x), o nível de importância que atribui a cada um dos diferentes pontos

	Nada Importante	Pouco Importante	Indiferente	Importante	Muito Importante
Reuniões diárias	☐	☐	☐	☐	☐
Exposição visual dos trabalhos	☐	☐	☐	☐	☐
Balizamento diário dos trabalhos concluídos	☐	☐	☐	☐	☐
Exposição visual das entregas de materiais e equipamentos	☐	☐	☐	☐	☐
Exposição visual do prazo de execução da obra e balizamento ao plano de trabalhos	☐	☐	☐	☐	☐
Envolvimento de todas as equipas e da direção de obra da dst.	☐	☐	☐	☐	☐

5. Tem alguma **sugestão** adicional que considere ser pertinente para o melhor funcionamento da reunião? Em caso afirmativo, deixe a sua opinião no espaço abaixo.

   Todas as opiniões são fundamentais!

   _____

   _____

   _____

MUITO OBRIGADA PELA COLABORAÇÃO!

Figura 57. Inquérito aos subempreiteiros (Página 2 de 2)

APÊNDICE III – INSTRUÇÃO DE TRABALHO QUADROS DE EQUIPA E *KAIZEN* DIÁRIO

dstgroup
building culture

IT – Quadros de equipa e *Kaizen* diário

Instrução de Trabalho

Data: 05/06/2019	**Revisão:** 00	Página 1 de 4

1. Objetivo

Este documento tem por objetivo elucidar a norma de realização do *Kaizen* diário e o propósito de cada um dos quadros de equipa como estratégia de auxílio à reunião, apelando à gestão visual.

2. Definições

Balizamento dos trabalhos – fração entre o trabalho concluído face ao trabalho planeado, podendo existir um registo por cada subempreiteiro.

***Kaizen* diário** – reunião com duração de máximo de 10 minutos que tem por objetivo reunir o encarregado, a direção de produção e os chefes de equipa dos subempreiteiros para que os mesmos possam alinhar os objetivos de produção.

Objetivos diários – definição de metas diárias de produção para cada uma das diferentes especialidades presentes em obra, à data de cada uma das reuniões.

Quadros de equipa – quadros de suporte ao planeamento, atuando como auxílio visual à realização do *Kaizen* diário.

3. Procedimento

A realização da reunião diária, com o suporte visual, regra-se por uma norma, devendo ser o procedimento da reunião padronizada em todas as empreitadas.

Os participantes da reunião são o diretor de obra/ diretor de obra adjunto, encarregado e os chefes de equipa dos subempreiteiros presentes em obra à data de cada uma das reuniões. A sua duração não deverá, salvo situações muito pontuais, ultrapassar os 10 minutos.

Durante a realização da reunião pretende-se que sejam discutidos os seguintes tópicos:

- Análise do trabalho executado no dia anterior e balizamento;
- Definir objetivos diários para o dia ou para o dia a seguir (dependendo da hora da reunião);
- Atualizar os indicadores expostos;
- Comunicação das receções de material planeadas pelos subempreiteiros;
- Definição de local de descarga e de armazenamento dos materiais;
- Comunicação de informações importantes;
- Registo dos "problemas por resolver".

Alguns dos quadros expostos servem de apoio à reunião enquanto que outros são meramente informativos (secção 4.1.4). É de máxima importância que exista um compromisso assumido por parte da direção de obra, dependendo disso o sucesso da implementação.

A realização da reunião deve acontecer, preferencialmente, à primeira hora do dia. No entanto, nos casos que a hora não se adeque por justificações plausíveis (diferentes horas de entrada dos subempreiteiros, distância dos escritórios, falta de assiduidade dos subempreiteiros à hora indicada…), o horário deve e pode ser acordado entre a equipa de obra e os responsáveis dos subempreiteiros, garantindo o sucesso da reunião diária.

Figura 58. Instrução de trabalhos quadros de equipa e Kaizen diário (Página 1 de 4)

4.1 Quadros de Equipa

4.1.1 Plano Semanal de Trabalhos

O Plano Semanal de Trabalhos (**Figura 1**) é o principal quadro de apoio à realização da reunião e ao cumprimento dos objetivos da mesma. No quadro devem-se escriturar os subempreiteiros presentes na empreitada e atualizar, diariamente, os objetivos de produção para o dia em questão. Os objetivos diários devem ser atribuídos pelo encarregado aos responsáveis dos subempreiteiros.

No dia da reunião em questão devem-se balizar os trabalhos do dia anterior, verificando a sua realização, ou não, procurando, neste caso, apurar as causas. Esse balizamento também deve ser incluído no quadro, ficando visualmente exposto.

Figura 1. Plano Semanal de Trabalhos

4.1.2 Plano de Trabalhos Mensal

O Plano de Trabalhos (**Figura 2**) serve como suporte ao Plano Semanal de Trabalhos, sendo que a progressão de um deve ser acompanhada pela progressão do outro. É importante que o Plano de Trabalhos Mensal seja realizado tendo por base o MS Project (ou outro método de planeamento utilizado). Este plano deve refletir um comprometimento por parte da direção de obra, dos subempreiteiros e mesmo dos fornecedores. A escala temporal do Plano de Trabalhos Mensal é 4 semanas.

Figura 59. Instrução de equipa quadros de equipa e Kaizen diário (Página 2 de 4)

Figura 2. Plano de Trabalhos (mensal)

O planeamento mensal deve ser atualizado, preferencialmente, antes da conclusão da última semana exposta.

4.1.3 Plano de Recursos

O Plano de Recursos (**Figura 3**) reflete as entradas e saídas, em obra, de materiais, equipamentos e subempreiteiros. No *Kaizen* diário os chefes de equipa dos subempreiteiros devem referir receções programadas de materiais e equipamentos, sendo que no momento da reunião também se deve alocar (caso ainda não exista) um local específico para a descarga desse materiais/equipamentos.

Sempre que considerarem pertinente, o plano pode traduzir todos os recursos presentes em obra.

Figura 3. Plano de Recursos (2 semanas)

Figura 60. Instrução de trabalho quadros de equipa e Kaizen diário (Página 3 de 4)

4.1.4 Problemas por resolver

Os Problemas por Resolver (**Figura 4**) devem representar situações do quotidiano que necessitam de ser solucionadas, havendo espaço para registar quem é responsável pelo assunto e a data limite para a solução. Com a utilização do quadro a informação fica acessível a todos e evita-se o seu esquecimento.

Figura 4. Problemas por Resolver

4.1.4 Quadros informativos

O quadro das Presenças na reunião e dos Contactos (**Figura 5**), são meramente para aspetos informativos. Não correspondendo a um elemento ativo no desenrolar da reunião e na gestão visual do planeamento.

Figura 5. Quadros informativos

É importante que exista um trabalho de equipa contínuo, com o envolvimento de todos os intervenientes, melhorando assim a comunicação e atualização do planeamento.

Figura 61. Instrução de trabalho quadros de equipa e Kaizen diário (Página 4 de 4)

APÊNDICE IV – IMPRESSO DE CONTROLO DE EQUIPAMENTOS NO CONTENTOR FERRAMENTEIRO

dstgroup building culture	CONTROLO DE EQUIPAMENTOS NO CONTENTOR FERRAMENTEIRO	Nº registo 001
	Empreitada: Nº empreitadas	

Equipamento (nome e fotografia)	Quantidade existente	Data de chegada à obra	Data de saída da obra

Figura 62. Impresso de controlo de equipamentos no contentor ferramenteiro

APÊNDICE V - INQUÉRITO APLICADO ÀS EQUIPAS, PARA AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO E DO *LAYOUT*

dstgroup
building culture

AVALIAÇÃO FERRAMENTAS *LEAN*!

O presente questionário destina-se a conhecer a opinião da equipa de obra relativamente à pertinência e dificuldades sentidas na implementação de ferramentas *Lean*. A elaboração do questionário deverá demorar cerca de 3 minutos.

Assinale, por favor, qual o seu cargo dentro da equipa de obra:

☐ Diretor de obra ☐ Diretor de obra adjunto ☐ Encarregado

1. **Considera que o *kaizen* diário é importante?**

☐ Sim ☐ Não

2. **Assinale, com um (x), o nível de utilidade que as reuniões *kaizen* têm no/a:**

	Nada útil	Pouco útil	Útil	Muito útil
Controlo diário das atividades	☐	☐	☐	☐
Controlo de prazos de trabalho	☐	☐	☐	☐
Coordenação entre todas as equipas	☐	☐	☐	☐
Diminuição dos erros de execução	☐	☐	☐	☐
Aumento da produtividade de toda a obra	☐	☐	☐	☐

3. **O *Kaizen* diário permite…**

	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
Atualizar o planeamento	☐	☐	☐	☐	☐
Identificar falhas no planeamento	☐	☐	☐	☐	☐
Diminuir desvios nos prazos	☐	☐	☐	☐	☐
Coordenar as necessidades de materiais e equipamentos	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 63. Inquérito aplicado às equipas para avaliação da satisfação e do Layout (Página 1 de 3)

4. **Assinale, com um (x), o nível de importância que atribui à exposição visual de cada um dos seguintes pontos:**

	Nada Importante	Pouco Importante	Indiferente	Importante	Muito Importante
Plano semanal dos trabalhos	☐	☐	☐	☐	☐
Plano mensal de trabalhos	☐	☐	☐	☐	☐
Plano de recursos	☐	☐	☐	☐	☐
Indicadores	☐	☐	☐	☐	☐
"Problemas por resolver"	☐	☐	☐	☐	☐
Balizamento dos trabalhos concluídos	☐	☐	☐	☐	☐

5. **Em que medida considera que os seguintes fatores condicionam o sucesso da implementação de ferramentas *Lean*:**

5.1. 5S

	Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
Resistência cultural	☐	☐	☐	☐	☐
A metodologia não tem utilidade	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de conhecimento	☐	☐	☐	☐	☐
Condicionantes na frente de obra	☐	☐	☐	☐	☐
Condicionantes do estaleiro	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de meios (contentores, sinalética, etc)	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de recursos humanos	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de envolvimento:					
Da direção de obra	☐	☐	☐	☐	☐
Do encarregado	☐	☐	☐	☐	☐
Dos subempreiteiros	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 64. Inquérito aplicado às equipas para avaliação de satisfação e Layout (Página 2 de 3)

dstgroup
building culture

5.2. Kaizen

	Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
Resistência cultural	☐	☐	☐	☐	☐
A metodologia não tem utilidade	☐	☐	☐	☐	☐
Desadequação dos quadros	☐	☐	☐	☐	☐
Competências dos subempreiteiros	☐	☐	☐	☐	☐
Falta de envolvimento:					
Da direção de obra	☐	☐	☐	☐	☐
Do encarregado	☐	☐	☐	☐	☐
Dos subempreiteiros	☐	☐	☐	☐	☐

6. Considera que os **quadros expostos** são os mais apropriados? Tem alguma sugestão adicional relativamente à formatação e exposição dos mesmos?

_____

_____

_____

MUITO OBRIGADA PELA COLABORAÇÃO!

Figura 65. Inquérito aplicado às equipas para avaliação da satisfação e do Layout (Página 3 de 3)

ANEXOS

ANEXO I

Artigo 361º - Plano de Trabalhos

1- O plano de trabalhos destina-se, com respeito pelo prazo de execução da obra, à fixação da sequência e dos prazos parciais de execução de cada uma das espécies de trabalhos previstas e à especificação dos meios com o empreiteiro se propões executá-los, bem como à definição do correspondente plano de pagamentos.

2- No caso em que o empreiteiro tenha a obrigação contratual de elaborar o programa ou o projeto de execução, o plano de trabalhos compreende as prestações de conceção sob responsabilidade do empreiteiro.

3- O plano de trabalhos constante do contrato pode ser ajustado pelo empreiteiro ao plano final de consignação apresentado pelo dono da obra nos termos do disposto no artigo 357º, bem como em caso de prorrogação do prazo de execução da obra, de detenção de erros e omissões reclamados na fase de execução ou quando haja lugar a trabalhos a mais.

4- Os ajustamentos referidos no número anterior não podem implicar a alteração do preço contratual, nem a alteração do prazo de execução da obra, nem ainda alterações aos prazos parciais definidos no plano de trabalhos constante do contrato, para além do que seja estritamente necessário à adaptação do plano de trabalhos ao plano final de consignação.

5- O plano de trabalhos ajustado carece de aprovação pelo dono da obra, no prazo de cinco dias após a notificação do mesmo pelo empreiteiro, equivalendo o silêncio à aceitação.

6- O procedimento de ajustamento do plano de trabalhos deve ser concluído antes da data da conclusão da consignação total ou da primeiro consignação parcial.

7- O dono da obra não pode proceder à aceitação parcial do plano de trabalhos.